

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Теплоенергетичний факультет

Кафедра теоретичної і промислової теплотехніки

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Г.Б.Варламов
(підпис)

“ ” _____ 2019 р.

**Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра**

з напрямку підготовки 6.050601 «Теплоенергетика»

на тему: «Реконструкція центрального теплового пункту по вул. Мазепи у м. Житомирі»

Виконав: студент IV курсу, групи ТП - 51

_____ Руденко Сергій Валерійович _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Керівник _____ доцент, к.т.н. Барабаш П.О. _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант з охорони праці доцент, к. т. н. Каштанов С.Ф. _____
(назва розділу) (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2019 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Факультет Теплоенергетичний

Кафедра Теоретичної і промислової теплотехніки

Рівень вищої освіти - перший (бакалаврський)

Напрямок підготовки 6.050601 «Теплоенергетика»

(Спеціальність 144 «Теплоенергетика»)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Г.Б.Варламов
(підпис)

«___» _____ 2019 р.

**ЗАВДАННЯ
на дипломний проект студенту**

Руденку Сергію Валерійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту «Реконструкція центрального теплового пункту по вул. Мазепи у м. Житомирі»

керівник проекту Барабаш Петро Олексійович, доц., к.т.н.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «22» травня 2019 р. №1325-С

2. Термін подання студентом проекту 18.06.2019 р.

3. Вихідні дані до проекту Кількість житлових будинків – 3; Кількість споживачів гарячої води –1300 чоловік; Зовнішній об'єм будівлі-67222 м³; Теплова мережа – 150×70°C; Незалежна схема опалювання; Система гарячого водопостачання приєднується до теплових мереж через водо-водяний підігрівач з використанням зворотної води із системи опалення.

4.Зміст пояснювальної записки

1. Коротка характеристика об'єкта

2.Розрахунки теплових навантажень споживачів (витрат теплоти на опалення та гаряче водопостачання)

3. Розрахунок підігрівача системи опалення

4. Розрахунок навантажень та витрат на ступінь підігрівача ГВП

5. Розрахунок теплообмінника

6. Вибір допоміжного обладнання

7. Охорона праці

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо)

1. Креслення центрального теплову пункту (схема теплового принципова) на аркуші формату А1

2. Креслення плану розміщення обладнання на відмітці 0.000 на аркуші формату А1

3. Креслення плану розміщення трубопроводів на відмітці 0.000 на аркуші формату

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
охорона праці	Каштанов С.Ф., доцент		

7. Дата видачі завдання 21.04.2019 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Розрахунки теплових навантажень споживачів	26.04.2019	
2	Розрахунок підігрівача системи опалення	30.04.2019	
3	Розрахунок навантажень та витрат на ступінь підігрівача ГВП	05.05.2019	
4	Розрахунок системи ГВП	14.05.2019	
5	Розрахунок теплообмінника	22.05.2019	
6	Вибір допоміжного обладнання	01.06.2019	
7	Оформлення графічного матеріалу	13.06.2019	
8	Оформлення пояснювальної записки	18.06.2019	

Студент

(підпис)

С.В. Руденко

(ініціали, прізвище)

Керівник проекту

(підпис)

П.О. Барабаш

(ініціали, прізвище)

Пояснювальна записка
до дипломного проекту
на тему: «Реконструкція центрального теплового
пункту по вул. Мазепи у м. Житомирі»

АНОТАЦІЯ

Дипломний проект першого (бакалаврського) рівня вищої освіти на тему: «Вдосконалення тепломеханічного обладнання Зміївської паперової фабрики»: пояснювальна записка на 57 с., 7 рис., 6 табл., 10 бібліографічних найменувань; креслень – 3 арк.ф. А1.

Мета проекту – реконструкція центрального теплового пункту по вулиці Мазепи у м. Житомирі.

Використані методики теплових та гідравлічних розрахунків теплоенергетичного обладнання.

Були розраховані теплові навантаження:

-на опалення 1,981 МВт;

-на гаряче водопостачання 1,681 МВт. Схема підключення системи опалення незалежна. Для гарячого водопостачання було вибрано схему з одноступінчастим змішаним приєднанням водонагрівачів.

Було проведено демонтаж старого обладнання і підібране нове, в тому числі допоміжне обладнання.

У якості водонагрівачів систем опалення і гарячого водопостачання були розраховані і вибрані пластинчаті теплообмінники.

На кресленнях наведені теплова схема центрального теплового пункту, план розміщення обладнання та трубопроводів.

Ключові слова: центральний тепловий пункт, теплова схема, теплообмінник, підігрівач, опалення.

SUMMARY

Diploma project of the first (Bachelor) level of higher education on the theme: "system of conservation of the steam boiler by the method of purging dry air": explanatory note on 57 pages, 7 figures, 6 tables, 10 literary sources; drawings - 3 sheets of A1 format.

The purpose of the project is reconstruction of the central heating station on Mazepa Street in Zhytomyr.

Heat loads were calculated: -heating 1,981 MW; -the hot water supply is 1,681 MW. The connection scheme of the heating system is independent.

For hot water supply, the scheme was chosen with a one-stage mixed connection of water heaters.

The old equipment was dismantled and a new one was selected, including auxiliary equipment.

As hot water heaters of the heating and hot water systems were calculated and selected plate heat exchangers.

The drawings show the thermal circuit of the central thermal unit, the plan for the placement of equipment and pipelines.

Key words: central heating point, thermal circuit, heat exchanger, heater, heating.

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект первого (бакалаврской) уровня высшего образования на тему: «Совершенствование тепломеханического оборудования Змиевской бумажной фабрики»: пояснительная записка на 57 с., 7 рис., 6 табл., 10 библиографических наименований чертежей - 3 арк.ф. А1.

Цель проекта - реконструкция центрального теплового пункта по улице Мазепы в г. Житомире.

Использованные методики тепловых и гидравлических расчетов теплоэнергетического оборудования.

Были рассчитаны тепловые нагрузки:

-на отопления 1,981 МВт;

-на горячее водоснабжение 1,681 МВт. Схема подключения системы отопления независимая. Для горячего водоснабжения было выбрано схему с одноступенчатым смешанным присоединением водонагревателей.

Был проведен демонтаж старого оборудования и подобранное новое, в том числе вспомогательное оборудование.

В качестве водонагревателей систем отопления и горячего водоснабжения были рассчитаны и выбраны пластинчатые теплообменники.

На чертежах приведены тепловая схема центрального теплового пункта, план размещения оборудования и трубопроводов.

Ключевые слова: центральный тепловой пункт, тепловая схема, теплообменник, подогреватель, отопления.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, скорочень, термінів	9
Вступ.....	11
1 Коротка характеристика об'єкту	14
1.1 Дані інженерних вишукань	14
2 Розрахунок теплових навантажень споживачів	15
2.1 Визначення теплового навантаження на опалення	15
2.2 Визначення теплового навантаження на гаряче водопостачання.....	21
2.3 Основні технічні рішення.....	22
3 Підігрівач системи опалення	27
3.1 Вихідні дані до розрахунку	27
3.2 Тепловий розрахунок.....	27
3.3 Гідравлічний розрахунок.....	31
3.4 Розрахунок діаметрів патрубків для приєднання теплоносіїв	32
4 Розрахунок навантажень та витрат на ступені підігрівача ГВП	34
4.1 Початкові дані для розрахунку	34
4.2 Тепловий розрахунок.....	34
4.3 Розрахунок діаметрів патрубків для приєднання теплоносіїв	36
5 Розрахунок теплообмінника. Перша ступінь підігріву.....	37
5.1 Вихідні дані до розрахунку	37
5.2 Тепловий розрахунок.....	37
5.3 Гідравлічний розрахунок.....	40
5.4 Розрахунок діаметрів патрубків для приєднання теплоносіїв	41
6 Допоміжне обладнання	43
6.1 Підбір регулюючих клапанів.....	43
6.2 Підбір приладу магнітної обробки води	46
6.3 Підбір теплотічильників.....	46
6.4 Теплова ізоляція, захист від корозії	47
7 Охорона праці.....	48

					ТП 51 64 014 ПЗ			
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата				
Студент.		Руденко С.В.			Реконструкція центрального теплового пункту по вул. Мазепи у м. Житомирі	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Барабаш П.О.						
П.контроль						НТУУ "КПІ ім. Ігоря Сікорського",		
Н. контроль								
Зав.каф		Варламов Г.Б.						

7.1 Забезпечення надійності та безпеки.....	4
7.2 Пожежна безпека	51
7.3 Екологічна безпека	52
7.4 Визначення класу наслідків.....	53
Висновки	56
Перелік посилань	57
Додатки	

					ТП 51 64 014 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.	№ докум.№	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

t – температура;
 Q – витрата теплоти;
 G – витрата води;
 F – площа поверхні нагріву;
 α - коефіцієнт тепловіддачі;
 κ - коефіцієнт теплопередачі;
 W – швидкість руху теплоносіїв;
 D – діаметр патрубків;
 P – тиск;
 V – об'єм води;
 A – температурний множник;
 Re – число Рейнольдса;
 Pr – критерій Прандтля;
 ν - коефіцієнт кінематичної в'язкості;
 λ - коефіцієнт теплопровідності;
 ρ - густина.
 k - коефіцієнт теплопередачі

Індекси:

– нижні:

о – параметри опалення;
оп – параметри опалювальних приладів;
г – параметри гарячої води;
х – параметри холодної води;
в – параметри вентиляції;
г.в – параметри гарячого водопостачання;
р – розрахункова величина;
з – параметри зовнішнього повітря;
вн – параметри внутрішнього повітря;
с – параметри біля стінки та пристінного шару води;
пл – параметри пластина теплообмінного апарату;
рец – параметри рециркуляційної води;

					ТП 51 64 014 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.	№ докум.№	Підпис	Дата		

– верхні:

н – параметри насосів;

зл – параметри точки зламу;

ср – середнє значення;

рік – річне значення;

л – параметри літнього періоду;

Скорочення:

ТОА – теплообмінний апарат;

ГВП – гаряче водопостачання;

ЦТП – центральний тепловий пункт

ІТП- індивідуальний тепловий пункт

					ТП 51 64 014 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.	№ докум.№	Підпис	Дата		

ВСТУП

Центральний тепловий пункт (в подальшому ЦТП) є одним з елементів теплової мережі, виступає в ролі сполучної ланки між магістральною мережею і розподільними тепловими мережами, які йдуть безпосередньо до споживачів теплової енергії (в житлові будинки, дитсадки, лікарні і т.д.).

Зазвичай центральні теплові пункти розміщуються в окремо розташованих спорудах і обслуговують кілька споживачів. Це так звані квартальні ЦТП. Але іноді такі пункти розташовуються в технічному (горищному) або підвальному приміщенні будівлі і призначаються для обслуговування тільки цієї будівлі. Такі теплові пункти називаються індивідуальними (ІТП).

Тепловий пункт - це спеціальне приміщення, де розташований комплекс технічних пристроїв, які є елементами теплових енергоустановок. Завдяки цим елементам забезпечується приєднання енергоустановок до тепломережі, працездатність, можливість управління різними режимами теплоспоживання, регулювання, трансформацію параметрів теплоносія, а також розподіл теплоносія згідно типам споживання.

Індивідуальний - лише тепловий пункт, на відміну від центрального, можна змонтувати і в котеджі. Зверніть увагу, що такі теплові пункти не вимагають постійної присутності обслуговуючого персоналу. Знову вигідно відрізняючись від центрального теплового пункту. Та й взагалі - обслуговування ІТП, по суті, складається лише в перевірці на витоку. Теплообмінник ж теплового пункту здатний самостійно очищатися від виникає тут накипу - це заслуга блискавичного температурного перепаду під час розбору гарячої води.

Центральні теплові пункти можуть працювати по залежній схемі, коли теплоносії з магістральної мережі надходить безпосередньо до споживачів. В цьому випадку ЦТП виступає в ролі розподільного вузла - теплоносії ділиться для системи гарячого водопостачання (ГВП) і системи опалення. Ось тільки якість гарячої води, що ллється з наших кранів при залежній схемі підключення, часто викликає нарікання споживачів.

При незалежному режимі роботи, будівля ЦТП обладнується спеціальними підігрівниками - бойлерами. В цьому випадку перегріта вода (з магістрального трубопроводу) нагріває воду, що проходить по другому контуру, яка в подальшому і йде до споживачів.

Залежна схема є економічно вигідною для ТЕЦ. Вона не вимагає постійної присутності персоналу в будівлі ЦТП. При такій схемі монтуються автоматичні системи, які дозволяють дистанційно керувати обладнанням центральних теплових пунктів і регулювати основні параметри теплоносія (температуру, тиск).

					ТП 51 64 014 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

Обладнання центрального теплового пункту

ЦТП обладнуються різними приладами і агрегатами. У будівлях теплових пунктів монтується запірно-регулююча арматура, насоси ГВП та опалювальні насоси, прилади контролю та автоматики (регулятори температури, регулятори тиску), водо-водяні підігрівачі та інші прилади.

Крім робочих насосів опалення та ГВП обов'язково повинні бути присутніми резервні насоси. Схема роботи всього обладнання в ЦТП продумується таким чином, що робота не припиняється навіть в аварійних ситуаціях. При тривалому виключенні електроенергії або в разі виникнення надзвичайних подій жителі не залишаться надовго без гарячої води і опалення. В цьому випадку будуть задіяні аварійні лінії подачі теплоносія.

До обслуговування обладнання, безпосередньо пов'язаного з тепловими мережами, допускаються тільки кваліфіковані працівники.

Центральний тепловий пункт блочного типу матиме надійне обладнання. Причина та відмінності від горезвісного ЦТП? Пункти теплові західного виробника майже не має ніяких запасних елементів.

Як правило, подібні теплові пункти укомплектовані паяними теплообмінниками, що як мінімум в півтора, а то й два рази дешевше, ніж розбірні. Але важливо сказати, що теплові центральні пункти такого типу будуть мати порівняно невеликою масою і габаритів. Елементи ГТП очищають хімічним шляхом - власне, це головна причина, по якій такі теплообмінники здатні прослужити близько десятиліття.

Основні етапи проектування ЦТП

Невід'ємною частиною капітального будівництва або реконструкції центрального теплового пункту є його проектування. Під ним розуміються комплексні поетапні дії, спрямовані на розрахунок і створення точної схеми теплового пункту, отримання необхідних погоджень у постачає організації. Також проектування ЦТП включає в себе розгляд всіх питань, безпосередньо пов'язаних зі зміною, функціонуванням та обслуговуванням устаткування для теплового пункту.

На початковому етапі проектування ЦТП проводиться збір необхідних відомостей, які в подальшому необхідні для проведення розрахунків параметрів обладнання. Для цього спочатку встановлюється загальна довжина комунікацій трубопроводів. Ця інформація для проектувальника представляє особливу цінність. Крім того, в збір відомостей входить інформація про температурний режим будівлі. Ці відомості в подальшому необхідні для правильного налаштування обладнання.

При проектуванні ЦТП необхідно вказувати заходи безпеки експлуатації обладнання. Для цього потрібна інформація про структуру всієї будівлі - розташування приміщень, їх площа та інші необхідні відомості. Погодження у відповідних органах.

					ТП 51 64 014 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

Всі документи, які включає в себе проектування ЦТП, обов'язково повинні бути узгоджені з муніципальними експлуатаційними органами. Для швидкого отримання позитивного результату важливо грамотно скласти всю проектну документацію. Оскільки реалізація проекту і спорудження центрального теплового пункту проводиться тільки після того, як процедура узгодження буде закінчена. В іншому випадку потрібно доопрацювання проекту.

Документація з проектування ЦТП крім безпосередньо самого проекту повинна містити пояснювальну записку. Вона містить необхідні відомості і цінні вказівки для монтажників, які будуть здійснювати установку центрального тепловипункту. У пояснювальній записці зазначається порядок виконання робіт, їх послідовність і необхідні інструменти для монтажу.

Складання пояснювальної записки - заключний етап. Цим документом закінчується проектування ЦТП. Монтажники в своїй роботі обов'язково повинні слідувати вказівкам, викладеним в пояснювальній записці.

При ретельному підході до розробки проекту ЦТП і правильному розрахунку необхідних параметрів і режимів роботи вдається домогтися безпечної роботи обладнання і його тривалої бездоганної роботи. Тому важливо враховувати не тільки номінальні показники, але також і запас потужності. Це вкрай важливий аспект, оскільки саме запас потужності дозволить зберегти пункт подачі тепла в робочому стані після аварії або виникнення раптового перевантаження. Нормальне функціонування теплового пункту безпосередньо залежить від правильно складених документів.

Керівництво з монтажу центрального теплового пункту

Крім самого складання проекту центрального теплового пункту в проектній документації повинна знаходитися і пояснювальна записка, яка містить вказівки монтажникам по використанню різних технологій при проведенні монтажу теплового пункту, вказується в цьому документі послідовність робіт, вид інструментів і ін.

Пояснювальна записка це документ, складанням якого закінчується проектування ЦТП, і яким обов'язково повинні керуватися монтажники при монтажних роботах. Неухильне дотримання рекомендацій, записаним в цьому важливому документі, буде гарантувати нормальне функціонування устаткування центрального теплового пункту відповідно до передбачених розрахунковими характеристиками.

Проектування ЦТП передбачає також розробку приписів з поточного та сервісного обслуговування обладнання ЦТП. Ретельна розробка цієї частини проектної документації дозволяє продовжити термін експлуатації обладнання, а також підвищити безпеку його використання.

					ТП 51 64 014 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

1 КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА

Проектом «*Реконструкція центрального теплового пункту по вул. Мазени у м. Житомирі*» передбачається заміна обладнання центрального теплового пункту на теплофікаційні модульні блоки систем опалення та гарячого водопостачання з примусовою циркуляцією теплоносія, підживлення системи опалення. Причиною реконструкції ЦТП слугує незадовільна робота системи теплопостачання об'єктів внаслідок зношеного стану основного обладнання.

Загальне розрахункове теплове навантаження ЦТП складає 3662,73 кВт, в тому числі:

на систему опалення – 1981,23 кВт;

на систему гарячого водопостачання (максимальне) – 1681,5 кВт. (Всі дані розраховані далі в ПЗ)

1. 1 Дані інженерних вишукувань

Центральний тепловий пункт – це одноповерхова окремо розташована будівля. Місце розташування та загальний стан приміщення ЦТП задовольняє вимогам діючих нормативних документів. Вузол вводу та обліку теплової енергії, теплофікаційні модульні блоки систем опалення та гарячого водопостачання, вузол обліку холодної води розміщені у одному приміщенні габаритними розмірами ШхД 11,44 x 13,45 м. Висота приміщення – 5,50 м.

Занесення обладнання здійснюється через вхід до тепlopункту. Вхід облаштований металевими воротами розмірами ШхВ 3,50 x 3,64 м.

З метою підготовки існуючого приміщення до установки нового обладнання, передбачено виконати комплекс демонтажних робіт.

В подальшому демонтоване обладнання не використовується та передається балансоутримувачу для списання.

					ТП 51 64 014 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

2 РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ СПОЖИВАЧІВ

2.1 Визначимо теплове навантаження на опалення

Маємо наступні вихідні дані для розрахунку:

- 1) Кількість поверхів – 9;
- 2) Кількість жителів – 1300 чол.;
- 3) Розміри будинків 19х122х29 м; 19х122х29 м; 19х122х29 м.
- 4) Місто – Житомир;
- 5) Теплова мережа – 150х70 °С;
- 6) Розрахункова температура внутрішнього повітря $t_{вн} = 22$ °С .
- 7) Характеристика стін – цегляні з повітряним прошарком на важкому розчині, товщина $\delta_1 = 565$ мм (товщина прошарку $\delta_0 = 50$ мм).
- 8) Тип перекриття – з горищем, збірні залізобетонні панелі (товщиною 160 мм); утеплювач – шлак (товщиною $\delta = 200$ мм).
- 9) Тип засклення – подвійне в дерев'яних сполучених рамах.

2.1.2 Кліматологічні дані для м. Житомир [1]:

-температура зовнішнього повітря у холодний період року;

-розрахункова для опалення – $t_{po} = -22$ °С;

-тривалість опалювального періоду – $n_o = 184$ діб;

-середня опалювального періоду – $t_n^{cp.o} = -0,2$ °С .

2.1.3 Теплові втрати приміщеннями житлового будинку для холодного періоду року, розраховуються за формулою [2] :

$$Q_{втр} = \Sigma Q_{осн.} + Q_{дод.}, \quad (2.1)$$

де $\Sigma Q_{осн.}$ – сумарні втрати теплоти через зовнішні огорожувальні конструкції (зовнішні стіни, вікна, зовнішні двері, перекриття для останнього поверху, підлогу для першого поверху), кВт;

$Q_{дод.}$ – додаткові втрати (орієнтація приміщення за сторонами світу, інфільтрація зовнішнього повітря, дві та більше кутові зовнішні стіни), кВт.

2.1.4 Втрати теплоти зовнішні огорожувальні конструкції розраховуються для кожного елемента за формулою [4] :

$$Q_{осн} = \sum_{i=1}^m k_i F_i (t_{вн} - t_{p.o.}) n_i, \quad (2.2)$$

де k_i – коефіцієнт теплопередачі зовнішніх конструкцій, $Вт / (м^2 \cdot К)$;

F_i – площа поверхні окремих зовнішніх конструкцій, $м^2$;

$t_{вн}$ – температура повітря всередині приміщення, °С;

$t_{p.o.}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря на опалення, °С;

					ТП 51 64 014 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

n_i – коефіцієнт, який враховує зниження різниці температур, залежить від положення поверхні огорожувальної конструкції.

Якщо висота приміщення перевищує 4 м, то його потрібно розділити на дві частини по висоті і вирахувати теплові втрати для кожної частини окремо.

Причому для зовнішньої конструкції висотою до 4 м розрахункова різниця температур буде однаковою, а для зовнішніх конструкцій, розміщених вище 4 м від підлоги, розрахункова різниця температур вираховується за формулою:

$$\Delta t = \frac{t_{\text{вн}} + t_{\text{зв}}}{2} - t_{\text{р.о.}}, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (2.3)$$

де $t_{\text{зв}}$ – температура повітря зверху приміщення, $^\circ\text{C}$.

$$t_{\text{зв}} = t_{\text{вн}} + k(H_n - 4), \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (2.4)$$

де k – коефіцієнт зростання температури по висоті, значення якого можна взяти від 0,2 до 1,5 $^\circ\text{C}/\text{м}$; H_n – висота приміщення, м.

2.1.5 Визначимо зовнішні розміри огорожень

$$A_{\text{сз}} = a_1 + 2\delta_1 = 122 + 2 \cdot 0,615 = 123,23 \text{ м}; \quad (2.5)$$

$$A_{\text{пп}} = a_1 + 2 \delta_1 = 19 + 2 \cdot 0,615 = 20,23 \text{ м}. \quad (2.6)$$

2.1.6 Визначимо висоту зовнішніх стін

$$H_{\text{ст1}} = 3 \text{ м}; \quad (2.7)$$

$$H_{\text{ст2}} = (H_n - 3) + \delta_2 + \delta = (29 - 3) + 0,160 + 0,200 = 26,36 \text{ м}. \quad (2.8)$$

2.1.7 За табл. Д 1.2, Д 1.3, Д 1.4 дод. [4] визначимо коефіцієнти теплопередачі зовнішніх стін, перекриття, заповнень світлових отворів відповідно:

$$- K_{\text{ст}} = 1,07 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$$- K_{\text{п}} = 0,88 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$$- K_{\text{вік}} = 2,94 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

2.1.8 Визначимо поверхню вікон, м^2

$$F_{\text{вік}} = H_{\text{вік}} C n_{\text{вік}}, \quad (2.9)$$

де $n_{\text{вік}}$ – кількість вікон, $H_{\text{вік}} = 1,5$ (м) – висота вікон, $C = 2$ (м) – ширина вікон.

- для вікон, орієнтованих на захід та схід (для першого поверху)

$$F_{\text{вік1.1}} = 1,5 \cdot 2 \cdot 20 = 60 \text{ м}^2;$$

- для вікон, орієнтованих на захід та схід (для інших поверхів)

$$F_{\text{вік1.2}} = 1,5 \cdot 2 \cdot 80 = 480 \text{ м}^2;$$

- для вікон, орієнтованих на південь та північ, (для першого поверху)

$$F_{\text{вік2.1}} = 1,5 \cdot 2 \cdot 10 = 30 \text{ м}^2;$$

- для вікон, орієнтованих на південь та північ, (для інших поверхів)

$$F_{\text{вік2.2}} = 1,5 \cdot 2 \cdot 160 = 240 \text{ м}^2;$$

					ТП 51 64 014 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

2.1.9 Визначаємо поверхні зовнішніх стін

$$F_1 = A_{\Pi} \cdot H_{\text{ст}} - F_{\text{вік}}, \quad (2.10)$$

- для стіни, орієнтованої на захід та схід, (для першого поверху)

$$F_{1.1} = 123,23 \cdot 3 - 60 = 309,69 \text{ м}^2;$$

- для стіни, орієнтованої на захід та схід, (для інших поверхів)

$$F_{1.2} = 123,23 \cdot 26,36 - 480 = 2768,3 \text{ м}^2;$$

-для стіни, орієнтованої на південь та північ, (для першого поверху)

$$F_3 = 20,23 \cdot 3 - 30 = 30,69 \text{ м}^2;$$

-для стіни, орієнтованої на південь та північ, (для інших поверхів)

$$F_3 = 20,23 \cdot 26,36 - 240 = 293,26 \text{ м}^2;$$

2.1.10 Визначимо площу перекриття

$$F_{\text{пер}} = (a_1 + 0,5\delta_1) (b_1 + 0,5\delta_1), \quad (2.11)$$

$$F_{\text{пер}} = (122 + 0,5 \cdot 0,615) (19 + 0,5 \cdot 0,615) = 2361,45 \text{ м}^2.$$

2.1.11 Розрахункова різниця температур становить

- при висоті приміщення $H_{\text{п}} \leq 4$ м різниця температур, $^{\circ}\text{C}$:

$$\Delta t_1 = t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о}}, \quad (2.12)$$

$$\Delta t_1 = 22 - (-22) = 44 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

2.1.12 Визначимо теплові втрати через підлогу (поділ площі підлоги на зони зображений на рисунку 2.1) :

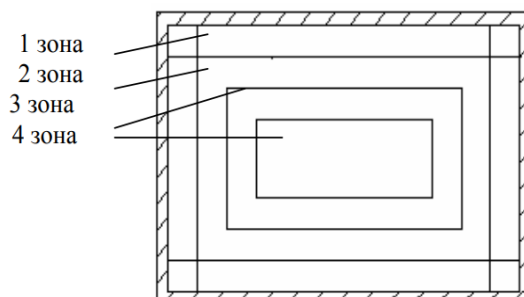


Рисунок 2.1 – Поділ площі підлоги на зони

За умовою розміри підлоги $F_I = 122 \times 19 = 2318 \text{ м}^2$, відповідно площі зон

$$F_I = 2318 - ((122 - 4) \cdot (19 - 4)) = 2318 - 1770 = 548 \text{ м}^2;$$

$$F_{II} = 1770 - ((118 - 4) \cdot (15 - 4)) = 1770 - 1254 = 516 \text{ (м}^2\text{)};$$

$$F_{III} = 1254 - ((114 - 4) \cdot (11 - 4)) = 1254 - 770 = 484 \text{ (м}^2\text{)};$$

$$F_{IV} = 770 - ((110 - 4) \cdot (7 - 4)) = 770 - 318 = 452 \text{ (м}^2\text{)}.$$

					ТП 51 64 014 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

Визначаємо термічні опори теплопередачі окремих зон неутепленої підлоги

- для першої зони - $r_1 = 2,15 \text{ (м}^2 \cdot \text{K)}/\text{Вт}$;
- для другої зони - $r_2 = 4,3 \text{ (м}^2 \cdot \text{K)}/\text{Вт}$;
- для третьої зони - $r_3 = 8,6 \text{ (м}^2 \cdot \text{K)}/\text{Вт}$;
- для четвертої зони - $r_4 = 14,2 \text{ (м}^2 \cdot \text{K)}/\text{Вт}$.

(Опори визначені згідно з довідковою літературою Боженко М.Ф.)

2.1.13 Теплові втрати через підлогу розраховуються окремо до кожної зони відповідно за формулою

$$Q = \frac{F_i}{r_i \cdot 1000} \cdot \Delta t_1, \text{ кВт} \quad (2.13)$$

$$Q_I = \frac{548}{2,15 \cdot 1000} \cdot 44 = 11,21 \text{ кВт} ;$$

$$Q_{II} = \frac{516}{4,3 \cdot 1000} \cdot 44 = 5,28 \text{ кВт} ;$$

$$Q_{III} = \frac{484}{8,6 \cdot 1000} \cdot 44 = 2,47 \text{ кВт} ;$$

$$Q_{IV} = \frac{452}{14,2 \cdot 1000} \cdot 44 = 1,4 \text{ кВт} ;$$

$$\sum Q = 11,21 + 5,28 + 2,47 + 1,4 = 20,36 \text{ кВт} .$$

2.1.14 Знаходимо втрати теплоти через зовнішні обгородження приміщення (при коефіцієнті $n = 1$ - для вертикальних зовнішніх стін і $n = 0,95$ - для перекриття з горищем). Результати розрахунків заносимо до таблиці 2.1

2.1.15 Витрати теплоти на нагрівання інфільтраційного повітря враховують тільки для вікон в розмірі 5% від основних теплових втрат

$$Q_{\text{інф}} = (3,675 \cdot 2 + 7,56 \cdot 2 + 26,88 \cdot 2 + 58,065 \cdot 2) \cdot 0,05 = 9,618 \text{ кВт}.$$

2.1.16 Сумарні теплові втрати приміщенням розраховуються за формулою

$$Q_{\text{втр}} = \sum Q_{\text{обг.і}} + Q_{\text{інф}} = (650,795 + 9,618) \cdot 3 = 1981,23 \text{ кВт}.$$

					ТП 51 64 014 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

Таблиця 2.1- Результати розрахунків втрат теплоти

Зовнішнє обгородження	Орієнтація за сторонами світу	Поверхня Обгородження $F_i, \text{м}^2$	Розрахункова різниця температур $\Delta t_i, ^\circ\text{C}$	Коефіцієнт теплопередачі $K_i, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$	Втрати теплоти через обгородження $Q_{\text{обг.}i}, \text{кВт}$	Додаткові втрати, %	Втрати теплоти (враховуючи додаткові), кВт
1	2	3	4	5	6	7	8
Перший поверх							
Зовн. стіна	Сх	309,69	44	1,07	15,236	5	15,99
Зовн. стіна	Зх	309,69	44	1,07	15,236	5	15,99
Зовн. стіна	Пн	30,96	44	1,07	1,63	5	1,71
Зовн. стіна	Пд	30,69	44	1,07	1,63	5	1,71
Вікна	Пн	30	44	2,94	3,5	5	3,675
Вікна	Пд	30	44	2,94	3,5	5	3,675
Вікна	Сх	60	44	2,94	7,203	5	7,56
Вікна	Зх	60	44	2,94	7,203	5	7,56
Інші поверхи							
Зовн.стіна	Сх	2768,3	44	1,07	133,4	5	140,07
Зовн.стіна	Зх	2768,3	44	1,07	133,4	5	140,07
Зовн.стіна	Пн	293,63	44	1,07	15,9	5	16,695
Зовн. стіна	Пд	293,63	44	1,07	15,9	5	16,695
Вікна	Пн	240	44	2,94	25,6	5	26,88
Вікна	Пд	240	44	2,94	25,6	5	26,88
Вікна	Сх	480	44	2,94	55,3	5	58,065
Вікна	Зх	480	44	2,94	55,3	5	58,065
Перекриття	-	2202,53	44	0,88	84,9	-	89,145
Підлога	-	-		-	20,36	-	20,36
Всього	650,795						

2.1.17 Визначимо річну витрату теплоти на опалення

$$Q_o^{pik} = Q_o^{cp} n_o \cdot 24 \cdot 3600, \quad (2.14)$$

$$Q_o^{cp} = Q_{втр} \frac{t_{вн} - t_{ср.о.}}{t_{вн} - t_{р.о.}}, \quad (2.15)$$

					ТП 51 64 014 ПЗ		Арк.
Змн.3	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата			

$$Q_o^{cp} = 1981,23 \cdot \frac{22 - 0,2}{22 - (-22)} = 981,6 \text{ кВт},$$

$$Q_o^{pik} = 981,6 \cdot 184 \cdot 24 \cdot 3600 = 15,6 \cdot 10^3 \text{ МДж / рік.}$$

2.1.18 Результат розрахунків наводимо в таблиці 2.2

Таблиця 2.2- Результати розрахунків теплового навантаження на опалення

Найменування величини	Позначення	Одиниці	Величина
1 Річна витрата теплоти на опалення	Q_o^{pik}	МДж/рік	$15,6 \cdot 10^3$
2 Максимальна витрата теплоти на опалення	$Q_{втр}$	кВт	1981,23
3 Середня витрата теплоти на опалення	Q_o^{cp}	кВт	981,6

2.2 Визначення теплового навантаження на гаряче водопостачання

2.2.1 Знайдемо максимальну витрату теплоти, яку використовують для визначення поверхні нагрівача для ГВП

$$Q_{ГВП\max} = 1,163 \cdot G_{год} \cdot (t_{г.сеп} - t_{х.з.}) + Q_{II} + Q_{III} \quad (2.16)$$

де $G_{год}$ – розрахункова витрата гарячої води за годину найбільшого водоспоживання,
 $Q_{II} + Q_{III}$ - витрати теплоти подавальними і циркуляційними трубопроводами ГВП.

Для житлових будинків

$$Q_{II} + Q_{III} = 0,05 \cdot Q_O \quad (2.17)$$

$$Q_{II} + Q_{III} = 0,05 \cdot 660,4 = 33,02 \text{ кВт}.$$

2.2.2 Обчислимо розрахункові витрати гарячої води за годину найбільшого водоспоживання за відповідною формулою

$$G_{год} = 18 \cdot 10^3 \cdot g \cdot K_{вип} \cdot \alpha_{год} \quad (2.18)$$

де $K_{вип}$ – коефіцієнт використання водорозбірного приладу за годину найбільшого водоспоживання (приймаємо кількість таких приладів у квартирі-3 штуки) беруть за приладом, для якого витрата води за годину найбільша, у нас це – змішувач ванни). $K_{вип} = 0,28$ [2].

$\alpha_{год}$ – безрозмірна величина, яку визначають залежно від кількості водорозбірних приладів на розрахунковій ділянці мережі трубопроводу ($N=430$ для одного будинку) і ймовірності їх використання $P_{в.з.}$ за годину найбільшого споживання ($P=0,0185$ [4]). Якщо $P < 0,1$, та будь-яке значення N то $\alpha_{год}$ визначають за пунктирною кривою [2].

$$\text{Добуток } NP = \frac{NP}{K_{вик}} = 430 \cdot \frac{0,0185}{0,28} = 28,41. \text{ Тоді для } NP_{год}=28,41 \text{ [2] значення } \alpha_{год} = 9;$$

g – витрата гарячої води одним водорозбірним приладом (для житлових будівель).
 $g = 0,2 \text{ кг} / \text{с}$ [2].

$$G_{год} = 18 \cdot 10^3 \cdot g \cdot K_{вип} \cdot \alpha_{год} = 18 \cdot 10^3 \cdot 0,2 \cdot 0,28 \cdot 9 = 9072 \text{ кг} / \text{год}$$

2.2.4 Отже, максимальна витрата теплоти, згідно (2.16) дорівнює :

$$Q_{ГВП\max} = 1,163 G_{г} \cdot (t_{г.сеп} - t_{х.з.}) + Q_{II} + Q_{III} = 1,163 \cdot 9072 \cdot 10^3 \cdot (55 - 5) + 33,02 = 560,5 \text{ кВт}$$

Відповідно максимальне теплове навантаження на ГВП для трьох будинків буде дорівнювати

$$Q_{ГВП\max} = 3 \cdot 560,5 = 1681,5 \text{ кВт}$$

					ТП 51 64 014 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

2.2.5 Середня витрати теплоти на ГВП розраховуємо за збільшеними показниками [1], згідно яких

$$Q_{ГВПсер} = Q_{ГВПmax} / (2...2,4) = 1681,5 / 2,1 = 800,71 \text{ кВт}$$

2.2.6 Річні витрати теплоти на ГВП становлять [1], :

$$Q_{ГВПріч} = \left[Q_{ГВПсер} \cdot n_0 + Q_{ГВПсер} \cdot \frac{(55-15)}{(55-5)} \cdot \beta \cdot (350 - n_0) \right] \cdot 24 \cdot 3600 \quad (2.19)$$

$$Q_{ГВПріч} = \left[800,71 \cdot 184 + 800,71 \cdot \frac{(55-15)}{(55-5)} \cdot 0,8 \cdot (350 - 184) \right] \cdot 24 \cdot 3600 = 20 \cdot 10^3 \text{ МДж / рік}$$

Результати розрахунків заносимо до таблиці 2.3

Таблиця 2.3- Результати розрахунків теплових навантажень на гаряче водопостачання

Найменування величини	Позначення	Одиниці	Величина
1 Середня теплова потужність за опалювальний період	$Q_{ГВПсер}$	кВт	800,71
2 Максимальна теплова потужність	$Q_{ГВПmax}$	кВт	1681,5
3 Річна теплова потужність	$Q_{ГВПріч}$	МДж/рік	$20 \cdot 10^3$

2.3 Основні технічні рішення

Для проекту «Реконструкція центрального теплового пункту по вул. Мазени у м. Житомирі» було використано принципову теплову схему для ЦТП з навантаженням на систему опалення та гарячого водопостачання.

Принциповою особливістю цієї теплової схеми є те, що під час їх розробки був використаний модульно-блочний принцип її побудови, при якому загальна теплова схема умовно складається з наступних елементів:

- вузол вводу та обліку теплової енергії;
- вузол обліку холодної води;
- теплофікаційний модульний блок системи опалення, що приєднується за не- залежною схемою через розбірний пластинчастий теплообмінник;
- теплофікаційний модульний блок системи гарячого водопостачання, що приєднується за одноступеневою паралельною схемою через розбірний пластинчастий теплообмінник;
- теплофікаційний модульний блок підживлення системи опалення;

- система компенсації температурного розширення за допомогою мембранного розширювального бака.

Теплофікаційний модульний блок – це самостійне технологічне обладнання, виготовлене в заводських умовах у відповідності до вимог технічних умов, отриманих Виробником в затвердженому порядку. Кожен модульний блок проходить гідравлічне випробовування та має паспорт заводу-виробника (сертифікат якості).

Вузол вводу та обліку теплової енергії включає в себе:

- обчислювач АКВА- MBT-2М для обліку теплоносія системи опалення;
- витратомір ULTRAHEAT 2WR7 системи опалення, який встановлений на подавальному трубопроводі теплотережі;
- обчислювач АКВА- MBT-2М для обліку теплоносія системи гарячого водо- постачання;
- витратоміри ULTRAHEAT 2WR7 системи ГВП, які встановлені на подавальному та зворотному трубопроводах теплотережі;
- запірну арматуру та контрольно-вимірювальні прилади.

Вузол обліку холодної води включає в себе:

- обчислювач АКВА- MBT-2М для обліку холодної води, що використовується для приготування гарячої води;
- витратомір ULTRAHEAT 2WR7;
- прилад магнітної обробки води «Гідромультиполь»;
- запірну арматуру, фільтр та контрольно-вимірювальні прилади.

Теплофікаційний модульний блок системи опалення (СО), що приєднується до теплової мережі за незалежною схемою включає в себе:

- розбірний пластинчастий теплообмінник;
- циркуляційні насоси;
- регулятор температури з електроприводом;
- регулятор перепаду тиску;
- електронні прилади управління циркуляційними насосами;
- запірну арматуру, фільтри та контрольно-вимірювальні прилади;
- запобіжно-скидний клапан та інше допоміжне обладнання.

Для забезпечення підтримки постійної температури теплоносія для системи опалення та для ефективного використання теплової енергії, на подавальному трубопроводі встановлено сидельний двоходовий регулюючий клапан з електроприводом. Якісне регулювання теплоспоживання буде забезпечуватись за допомогою програмованого контролера «Siemens», який по сигналу датчика температури зовнішнього повітря визначає необхідну температуру теплоносія на вході в систему

					ТП 51 64 014 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

опалення, порівнює її з фактичною температурою виміряної датчиком температури (Т11) і видає керуючий сигнал на електропривод регулюючого клапану змінюючи витрату гострого (первинного) теплоносія.

Для забезпечення постійного перепаду тиску в модульному блоці на подавальному трубопроводі теплових мереж встановлюється регулятор перепаду тиску. Зміни тиску в подавальному та зворотному трубопроводах (з місць підключення імпульсів до трубопроводів) передаються через імпульсні трубки та контрольний канал штоку регулювального елементу до камер тиску мембранного блоку регулятора та впливають на мембрану для регулювання перепаду тиску. Значення перепаду тиску контролюється за допомогою відповідного налаштування пружини, яка автоматично підтримує перепад тиску на максимально відкритому клапані регулятора теплового потоку. Регулювальний клапан регулятора закривається при зростанні перепаду тиску та відкривається при його зменшенні.

Забезпечення циркуляції в внутрішній системі опалення здійснюється за допомогою двох циркуляційних насосів. Насоси підбрані із розрахунку використання 100% потужності кожного та передбачено їх використання по схемі один «робочий»

- один «резервний» з періодичним переключенням для напруцювання однакового моторесурсу.

Щит автоматизації на базі контролера «Siemens» призначений для почергового включення насосів, включення резервного насоса в разі виходу з ладу робочого, захисту насосів від сухого ходу, перегріву двигуна насоса та для захисту від перекосу фазних напруг.

Теплофікаційний модульний блок системи гарячого водопостачання, що приєднується за одноступеневою паралельною схемою.

- розбірний пластинчастий теплообмінник;
- циркуляційний насос ГВП;
- регулятор температури з електроприводом;
- регулятор перепаду тиску;
- електронні прилади управління циркуляційним насосом;
- запірну арматуру, фільтри та контрольно-вимірювальні прилади;
- інше допоміжне обладнання.

За допомогою цього теплофікаційного модульного блоку виконується приготування гарячої води, що подається споживачам. Попереднє налаштування температури гарячої води складає 55⁰С. Для цього на подавальному трубопроводі перед теплообмінником встановлено сидельний двоходовий регулюючий клапан з електроприводом. Якісне регулювання буде забезпечуватись за допомогою програмованого контролера фірми «Siemens», який по сигналу датчика температури гарячої води на виході з теплообмінника за допомогою регулюючого клапана забезпечує необхідну кількість первинного теплоносія на вході в теплообмінник ГВП.

					ТП 51 64 014 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

Для забезпечення постійного перепаду тиску на модульний блок на подавальному трубопроводі теплових мереж встановлюється регулятор перепаду тиску. Зміни тиску в подавальному та зворотному трубопроводах (з місць підключення імпульсів до трубопроводів) передаються через імпульсні трубки та контрольний канал штоку регулювального елементу до камер тиску мембранного блоку регулятора та впливають на мембрану для регулювання перепаду тиску. Значення перепаду тиску контролюється за допомогою відповідного налаштування пружини, яка автоматично підтримує перепад тиску на максимально відкритому клапані регулятора теплового потоку. Регулювальний клапан регулятора закривається при зростанні перепаду тиску та відкривається при його зменшенні.

Для забезпечення постійної температури гарячої води незалежно від її споживання в блоці встановлено циркуляційний насос. Насос підібрано із розрахунку компенсації теплових втрат в циркуляційних трубопроводах будинку.

Приєднання теплофікаційного модульного блоку ГВП до щита автоматизації ЦТП виконано за допомогою клемної коробки. Щит автоматизації на базі контролера «Siemens» призначений для включення насоса, його захисту від сухого ходу, перегріву двигуна насоса та для захисту від перекосу фазних напруг.

Для захисту від накипу теплообмінників системи гарячого водопостачання передбачена магнітна обробка води за допомогою приладу «Гідромультиполь».

Для захисту внутрішньої поверхні трубопроводів від корозії передбачено деоксиген.

Теплофікаційний модульний блок підживлення системи опалення.

Теплофікаційний модульний блок підживлення системи опалення включає в себе:

- циркуляційні насоси (робочий та резервний);
- електронні прилади управління циркуляційним насосом;
- регулятор тиску «після себе»;
- запірну арматуру та контрольні-вимірні прилади.

Для підживлення системи опалення використовується теплоносій зі зворотного трубопроводу теплової мережі. У разі падіння тиску у зворотному трубопроводі вторинного контуру системи опалення будинку спрацьовує регулятор тиску «після себе», при цьому забезпечується її підживлення за рахунок тиску у зворотній магістралі тепломережі. Після зростання тиску у системі опалення до встановленого рівня клапан регулятора закривається.

Насоси підібрані із розрахунку використання 100% потужності кожного та передбачено їх використання по схемі один «робочий» - один «резервний» з періодичним переключенням для напруження однакового моторесурсу.

Система підживлення призначена також для заповнення системи опалення будинку.

					ТП 51 64 014 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

2.3.1 Трубопроводи, арматура і дренаж

Розрахунок та підбір діаметрів трубопроводів виконано на підставі двох критеріїв – допустимої швидкості потоку і наявного перепаду тиску в тепломережі.

Обмеження швидкості потоку в трубопроводах викликано гігієнічними нормами допустимого еквівалентного рівня шуму [дБ]. Тому, згідно ДБН В.2.5-67- 2013 «Опалення вентиляція та кондиціонування», підбір діаметрів трубопроводів виконувався з розрахунку максимальної швидкості теплоносія в трубопроводах системи опалення та гарячого водопостачання до 1,1 м/с.

В якості запірної арматури передбачено використання кульових кранів. У нижчих точках трубопроводів передбачено встановлення дренажної арматури, у вищих точках – встановлення автоматичних клапанів для спуску повітря.

Дренаж з трубопроводів та теплофікаційних модульних блоків в ЦТП виконати з розривом струменя через дренажні воронки по PP-R трубам з армуванням скловолокном (згідно ДСТУ Б В.2.7-14 4:2007) в дренажний приямок.

В дренажному приямку встановлюється дренажний насос Wilo TMW 32/8, який оснащено поплавковим вимикачем. У верхній частині дренажного приямку, під решіткою, встановлюється датчик рівня, який сигналізує про затоплення приміщення ЦТП у разі виходу із ладу дренажного насосу. Видалення води з дренажного приямку в будинкову систему дощової каналізації здійснюється через водогазопровідну трубу (згідно ГОСТ 3262-75) діаметром 1,25” , яка приєднується до насосу через гнучкий шланг із гідрозатвором.

					ТП 51 64 014 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

3 ПІДГРІВАЧ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

3.1 Вихідні дані для розрахунку

- 1) загальне максимальне теплове навантаження на опалення $Q_0 = 1,981 \text{ МВт}$
- 2) температура води у прямому трубопроводі $t_{\text{прям.1}} = 150^\circ \text{C}$;
- 3) температура води у зворотньому трубопроводі $t_{\text{звор.1}} = 70^\circ \text{C}$;
- 4) температура води у прямому трубопроводі системи опалення $t_{\text{прям.2}} = 90^\circ \text{C}$;
- 5) температура води у зворотньому трубопроводі системи опалення $t_{\text{звор.2}} = 60^\circ \text{C}$.

3.2 Тепловий розрахунок

Графік зміни температур теплоносіїв показано на рисунку 3.1

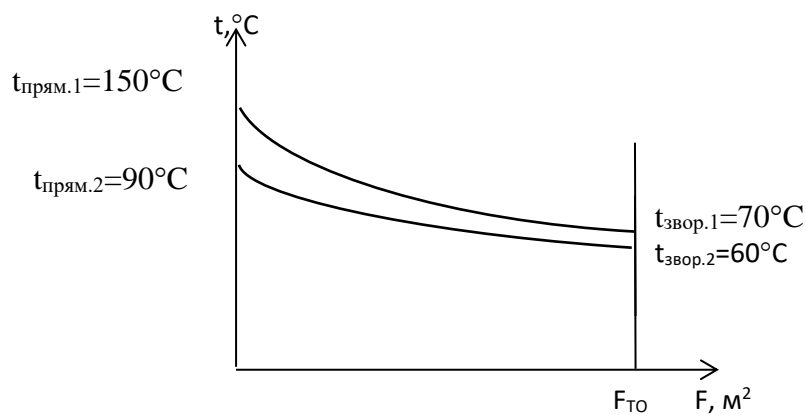


Рисунок 3.1 - Графік зміни температур теплоносіїв

3.2.1 Визначимо середньологарифмічну різницю температур за формулою

$$\bar{\Delta t} = \frac{\Delta t_{\delta} - \Delta t_{\text{м}}}{\ln \frac{\Delta t_{\delta}}{\Delta t_{\text{м}}}} \quad (3.1)$$

-більша різниця температур

$$\Delta t_{\delta} = t_{\text{прям.1}} - t_{\text{прям.2}}, \quad (3.2)$$

$$\Delta t_{\delta} = 150 - 90 = 60^\circ \text{C}.$$

-менша різниця температур

$$\Delta t_{\text{м}} = t_{\text{звор.1}} - t_{\text{звор.2}}, \quad (3.3)$$

$$\Delta t_{\text{м}} = 70 - 60 = 10^\circ \text{C}$$

$$\bar{\Delta t} = \frac{60 - 10}{\ln \frac{60}{10}} = 27,9^\circ \text{C}.$$

					ТП 51 64 014 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

3.2.2 Обчислимо середні температури та теплофізичні параметри теплоносіїв у каналах теплообмінника.

Вода зі сторони центральної мережі

$$t_{cp1} = \frac{t_{прям1} + t_{звор1}}{2}, \quad (3.4)$$

$$t_{cp1} = \frac{150 + 70}{2} = 110^{\circ}C$$

За $t_{cp1} = 110^{\circ}C$ знаходимо теплофізичні параметри [4]:

$$\rho_1 = 951 \frac{кг}{м^3}; \quad Pr_1 = 1,6; \quad \nu_1 = 0,272 \cdot 10^{-6} \frac{м^2}{с}; \quad \lambda_1 = 68,5 \cdot 10^{-2} \frac{Вт}{м \cdot K}.$$

Вода зі сторони місцевої мережі

$$t_{cp2} = \frac{t_{прям2} + t_{звор2}}{2}, \quad (3.5)$$

$$t_{cp2} = \frac{90 + 60}{2} = 75^{\circ}C$$

За $t_{cp2} = 75^{\circ}C$ знаходимо теплофізичні параметри [4]:

$$\rho_2 = 972,1 \frac{кг}{м^3}; \quad Pr_2 = 2,35; \quad \nu_2 = 0,381 \cdot 10^{-6} \frac{м^2}{с}; \quad \lambda_2 = 68,2 \cdot 10^{-2} \frac{Вт}{м \cdot K}.$$

Температура стінки

$$t_c = \frac{t_{cp1} + t_{cp2}}{2}, \quad (3.6)$$

$$t_c = \frac{110 + 75}{2} = 92,5^{\circ}C$$

За $t_c = 92,5^{\circ}C$ знаходимо теплофізичні параметри $Pr_c = 1,88$ [4];

3.2.3 Визначаємо витрату води у теплообміннику

$$G_{on1} = \frac{Q_0}{c_p \cdot (t_{прям.1} - t_{звор.1})}, \quad (3.7)$$

$$G_{on1} = \frac{1981}{4,187 \cdot (150 - 70)} = 5,91 \frac{кг}{с},$$

$$G_{on2} = \frac{Q_0}{c_p \cdot (t_{прям.2} - t_{звор.2})}, \quad (3.8)$$

$$G_{on2} = \frac{1981}{4,187 \cdot (90 - 60)} = 15,77$$

Для теплообмінного апарату приймаємо тип пластин 0,5Пр [5]. Наведемо технічні характеристики цього типу пластин у таблиці 3.1

					ТП 51 64 014 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

Таблиця 3.1 - Технічна характеристика пластин 0,5Пр

Показник	Значення
Пластина	
Габаритні розміри $a \times b \times \delta^m$, мм	1400×640×1
Поверхня теплообміну $F_{пл}, м^2$	0,5
Вага (маса) m , кг	6,0
Щілинні канали	
Крок гофрів s , мм	20,6
Висота гофрів h , мм	5
Кількість гофрів n_z , шт..	48
Еквівалентний діаметр каналу d_e , м	0,009
Площа перерізу каналу f_{nl} , $м^2$	0,0029
Найбільший умовний діаметр штуцера $D_{ш}$, мм	200
Коефіцієнт теплопровідності стінки $\lambda_{ст}, \frac{Вт}{м \cdot ^\circ C}$	20
Гідравлічний коефіцієнт c	14
Приведена довжина каналу $L_{пр}$, м	0,8

3.2.4 Швидкість теплоносіїв у каналах

Приймемо кількість каналів одного ходу зі сторони центральної мережі $z_1 = 9$.

Відповідно, зі сторони місцевої мережі $z_1 = z_2 = 9$ [6];

$$W_1 = \frac{G_{on1}}{z_1 \cdot f_1 \rho_1}, \quad (3.9)$$

$$W_1 = \frac{5,79}{9 \cdot 0,0029 \cdot 951} = 0,233 \frac{м}{с}.$$

$$W_2 = \frac{G_{on2}}{z_2 \cdot f \rho_2}, \quad (3.10)$$

					ТП 51 64 014 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

$$W_2 = \frac{15,77}{9 \cdot 0,0029 \cdot 972,1} = 0,622 \frac{M}{c}.$$

3.2.5 Обчислимо температурний множник для обох випадків

$$A_1 = 0,1 \frac{\lambda_1}{\nu_1^{0,73}} \text{Pr}_1^{0,43} \left(\frac{\text{Pr}_1}{\text{Pr}_c} \right)^{0,25}, \quad (3.11)$$

$$A_1 = 0,1 \frac{68,5 \cdot 10^{-2}}{(0,272 \cdot 10^{-6})^{0,73}} 1,6^{0,43} \left(\frac{1,6}{1,85} \right)^{0,25} = 5017.$$

$$A_2 = 0,1 \frac{\lambda_2}{\nu_2^{0,73}} \text{Pr}_2^{0,43} \left(\frac{\text{Pr}_2}{\text{Pr}_c} \right)^{0,25}, \quad (3.12)$$

$$A_2 = 0,1 \frac{68,2 \cdot 10^{-2}}{(0,381 \cdot 10^{-6})^{0,73}} 2,33^{0,43} \left(\frac{2,33}{1,88} \right)^{0,25} = 4873$$

3.2.6 Знайдемо коефіцієнт тепловіддачі

$$\alpha_1 = A_1 \frac{W_1^{0,73}}{d_e^{0,27}}, \quad (3.13)$$

$$\alpha_1 = 5017 \frac{0,24^{0,73}}{0,009^{0,27}} = 6314,7 \frac{Bm}{m^2 \cdot ^\circ C}.$$

$$\alpha_2 = A_2 \frac{W_2^{0,73}}{d_e^{0,27}} \quad (3.14)$$

$$\alpha_2 = 4873 \frac{0,622^{0,73}}{0,009^{0,27}} = 12291,86 \frac{Bm}{m^2 \cdot ^\circ C}.$$

3.2.7 Обчислимо коефіцієнт теплопередачі за формулою

$$k = \frac{\beta_1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta_{cm}}{\lambda_{cm}} + R_3}, \quad (3.15)$$

де β_1 - поправка, яка враховує нерівномірність поля швидкостей в прохідному перерізі; приймаємо $\beta_1=0,92...0,95=0,94$,

R_3 - термічний опір забрудненого шару. Приймаємо $R_3=0,0002 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Bm}$,

$$k = \frac{0,93}{\frac{1}{6314,7} + \frac{1}{12291,6} + \frac{0,001}{22} + 0,0002} = 2256,9 \frac{Bm}{m^2 C}$$

3.2.8 Знайдемо площу поверхні нагріву

$$F = \frac{Q_0}{k \Delta t}, \quad (3.16)$$

					ТП 51 64 014 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

$$F = \frac{1981 \cdot 10^3}{2256,9 \cdot 27,9} = 31,4 \text{ м}^2$$

3.2.9 Розрахуємо кількість пластин підігрівача

$$z_{nl} = \frac{F}{F_{nl}}, \quad (3.17)$$

$$z_{nl} = \frac{31,4}{0,5} \approx 63 \text{ шт.}$$

3.2.10 Кількість ходів у теплообміннику становить

$$x = \frac{z_{nl} - 1}{z_1 + z_2}, \quad (3.18)$$

$$x = \frac{63 - 1}{9 + 9} = 3,44 \approx 4 \text{ шт.}$$

3.2.11 Визначаємо загальну кількість пластин

$$z_{nl} = x \cdot z_1 + x \cdot z_2 + 1, \quad (3.19)$$

$$z_{nl} = 4 \cdot 9 + 4 \cdot 9 + 1 = 73 \text{ шт.}$$

3.2.12 Загальна площа нагріву теплообмінника становить

$$F_1 = F_{nl} z_{nl}, \quad (3.20)$$

$$F_1 = 0,5 \cdot 73 = 36,5 \text{ м}^2.$$

3.3 Гідравлічний розрахунок

3.3.1 Знайдемо число Рейнольдса

$$Re_1 = \frac{W_1 d_2}{\nu_1}, \quad (3.21)$$

$$Re_1 = \frac{0,233 \cdot 0,009}{0,272 \cdot 10^{-6}} = 7709,5$$

$$Re_2 = \frac{W_2 d_2}{\nu_2}, \quad (3.22)$$

$$Re_2 = \frac{0,622 \cdot 0,009}{0,381 \cdot 10^{-6}} = 14692,3$$

3.3.2 Обчислимо коефіцієнт гідравлічного тертя

$$\lambda_1 = \frac{c}{Re_1^{0,25}}, \quad (3.23)$$

$$\lambda_1 = \frac{15}{7709,5^{0,25}} = 1,6$$

$$\lambda_2 = \frac{c}{Re_2^{0,25}}, \quad (3.24)$$

					ТП 51 64 014 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

$$\lambda_2 = \frac{15}{14692,3^{0,25}} = 1,362$$

3.3.3 Знайдемо втрату тиску у каналах з мережної сторони

$$\Delta P_1 = \lambda_1 \frac{L_{np}}{d_s} \cdot \frac{x \cdot \rho_1 \cdot W_1^2}{2}, \quad (3.25)$$

$$\Delta P_1 = 1,6 \frac{0,8}{0,009} \cdot \frac{4 \cdot 951 \cdot 0,233^2}{2} = 25726 \text{ Па};$$

3.3.4 Тепер знайдемо втрату тиску у каналах із сторони води, яка нагрівається

$$\Delta P_2 = \lambda_2 \frac{L_{np}}{d_s} \cdot \frac{x \cdot \rho_2 \cdot W_2^2}{2}, \quad (3.26)$$

$$\Delta P_2 = 1,362 \frac{0,8}{0,009} \cdot \frac{4 \cdot 972,1 \cdot 0,622^2}{2} = 91063,9 \text{ Па};$$

3.4 Розрахунок діаметрів патрубків для приєднання теплоносіїв

3.4.1 Приймаємо найбільшу швидкість руху теплоносія $W_{\max} = 1,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$;

Обчислимо діаметр патрубка для мережної води

$$D_{on1} = \sqrt{\frac{4 \cdot G_{on1}}{\pi \cdot \rho_1 \cdot W_{\max}}}, \quad (3.27)$$

$$D_{on1} = \sqrt{\frac{4 \cdot 5,91}{3,14 \cdot 951 \cdot 1,4}} = 0,075 \text{ м};$$

За ДСТУ 3667–97 приймаємо сталений безшовний гарячедеформований патрубок діаметром 73×3,5 мм.

3.4.2 Обчислимо діаметр патрубка для внутрішньої системи опалення

$$D_{on2} = \sqrt{\frac{4 \cdot G_{on2}}{\pi \cdot \rho_2 \cdot W_{\max}}}, \quad (3.28)$$

$$D_{on2} = \sqrt{\frac{4 \cdot 15,77}{3,14 \cdot 972,1 \cdot 1,4}} = 0,121 \text{ м};$$

За ДСТУ 3667–97 приймаємо сталений безшовний гарячедеформований патрубок діаметром 121×3,5 мм. Наведемо технічні характеристики цього типу пластин у таблиці 3.2

					ТП 51 64 014 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

Таблиця 3.2 - Характеристики теплообмінника системи опалення

Найменування	Одиниця вимірювання	Значення
1 Коефіцієнт теплопередачі	$\frac{Вт}{м^2 C}$	2256,9
2 Загальна поверхня теплообміну	м ²	36,5
3 Втрата тиску з мережної сторони	Па	25726
4 Втрата тиску із сторони води, яка нагрівається	Па	91063,9
5 Кількість ходів	Шт.	4
6 Кількість пластин	Шт.	73
7 Діаметр патрубка мережної води	мм	75
8 Діаметр патрубка внутрішньої системи опалення	мм	121

Схема компоновки теплообмінника :

$$C_x \frac{9+9+9+9}{10+9+9+9}.$$

Принципову схему руху теплоносіїв та приєднання патрубків показано на рисунку 3.2

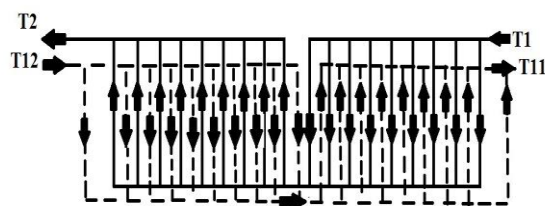


Рисунок 3.2 - Принципова схема теплообмінника системи опалення двох останніх ходів теплообмінника

4 РОЗРАХУНОК НАВАНТАЖЕНЬ ТА ВИТРАТ НА СТУПЕНІ ПІДГРІВАЧА ГВП

4.1 Початкові дані для розрахунку

1) загальне максимальне теплове навантаження на ГВП

$$Q_{\text{з.в.}}^{\text{max}} = 1681,5 \text{ кВт};$$

2) розрахункова температура води

- у прямому трубопроводі $t_{\text{прям.1}}^p = 150^\circ\text{C}$;
- у зворотному трубопроводі $t_{\text{звор.1}}^p = 70^\circ\text{C}$;
- гарячої води $t_{\text{г}} = 55^\circ\text{C}$;
- холодної води $t_{\text{х}} = 5^\circ\text{C}$

З відношення величин $\frac{Q_{\text{ГВП max}}}{Q_o}$, визначимо схему приєднання підігрівачів ГВП.

$$\frac{Q_{\text{ГВП max}}}{Q_o} = \frac{1681,5}{1981,23} = 0,85; \quad 0,2 < \frac{Q_{\text{ГВП max}}}{Q_o} = 0,85 < 1,$$

Отже, приймаємо двоступінчасту схему приєднання підігрівачів ГВП. [5]

4.2 Тепловий розрахунок

Визначимо температуру зовнішнього повітря у точці зламу температурного графіка теплової мережі

$$t_n^{3l} = t_{\text{вн}}^p - \varphi_{\text{оп}}^{3l} (t_{\text{вн}}^p - t_{\text{р.о}}), \quad (4.1)$$

де φ - опалювальний коефіцієнт, який дорівнює $\varphi=0,35$;

$$t_n^{3l} = 22 - 0,35 \cdot (22 - (-22)) = 6,6^\circ\text{C}$$

4.2.1 Обчислимо температуру мережної води у зворотному трубопроводі за формулою

$$t_{\text{звор.1}}^{\text{min}} = t_{\text{прям.1}}^{\text{min}} - (t_{\text{прям.1}}^p - t_{\text{звор.1}}^p) \frac{t_{\text{вн}}^p - t_n^{3l}}{t_{\text{вн}}^p - t_{\text{р.о}}}, \quad (4.2)$$

$$t_{\text{звор.1}}^{\text{min}} = 70 - (150 - 70) \frac{22 - 6,6}{22 - (-22)} = 41,9^\circ\text{C}.$$

4.2.2 Визначимо температуру нагрітої води після першої ступені підігрівача

(присутнє недогрівання води на ГВП : $\delta=6...10^\circ\text{C}$). Тому приймаємо $\delta=8^\circ\text{C}$

$$t_n = t_{\text{звор}}^{\text{min}} - \delta, \quad (4.3)$$

$$t_n = 41,9 - 8 = 33,9^\circ\text{C}$$

					ТП 51 64 014 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

4.2.3 Знайдемо теплове навантаження водонагрівачів:

1) Теплове навантаження першого ступеня

$$Q_{\text{ген1}} = Q_{\text{з.б.}}^{\max} \frac{t_n - t_x}{t_2 - t_x}, \quad (4.4)$$

$$Q_{\text{ген1}} = 1681,9 \cdot \frac{33,9 - 5}{55 - 5} = 971,9 \text{ кВт};$$

2) Теплове навантаження другого ступеня

$$Q_{\text{ген2}} = Q_{\text{з.б.}}^{\max} - Q_{\text{ген1}}, \quad (4.5)$$

$$Q_{\text{ген2}} = 1681,5 - 971,9 = 709,6 \text{ кВт};$$

4.2.4 Обчислимо масову витрату води на ГВП у ступенях підігрівача

1) перший ступінь

$$G_{\text{з.б.1}} = \frac{Q_{\text{ген1}}}{c_p \cdot (t_n - t_x)}, \quad (4.6)$$

$$G_{\text{з.б.1}} = \frac{971,9}{4,187 \cdot (33,9 - 5)} = 8,031 \frac{\text{кг}}{\text{с}};$$

2) другий ступінь

$$G_{\text{з.б.2}} = G_{\text{з.б.1}} + 0,1 \cdot G_{\text{з.б.1}}, \quad (4.7)$$

$$G_{\text{з.б.2}} = 8,031 + 0,1 \cdot 8,031 = 8,834 \frac{\text{кг}}{\text{с}}.$$

4.2.5 Знайдемо витрату мережної води у другій ступені підігрівача гарячої води

$$G_{\text{з2}} = \frac{Q_{\text{ген2}}}{c_p (t_{\text{прям1}}^{\min} - t_{\text{звор1}}^{\min})}, \quad (4.8)$$

$$G_{\text{з2}} = \frac{709,6}{4,187 (70 - 41,9)} = 6,03 \frac{\text{кг}}{\text{с}}.$$

4.2.6 Обчислимо витрату тепла на опалення, при температурі зовнішнього повітря, яка рівна температурі у точці зламу

$$Q_o^{\text{зл}} = Q_o \frac{t_{\text{вн}}^p - t_{\text{з}}^{\text{зл}}}{t_{\text{вн}}^p - t_{\text{п.о}}}, \quad (4.9)$$

$$Q_o^{\text{зл}} = 1981,23 \cdot \frac{22 - 6,6}{22 - (-22)} = 693,43 \text{ кВт};$$

4.2.7 Витрата мережної води на опалення у точці зламу

$$G_{\text{он}}^{\text{зл}} = \frac{Q_o^{\text{зл}}}{c_p (t_{\text{прям.1}}^{\min} - t_{\text{звор.1}}^{\min})}, \quad (4.10)$$

					ТП 51 64 014 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

$$G_{on}^{3l} = \frac{693,43}{4,187 \cdot (70 - 41,9)} = 5,9 \frac{K\kappa}{c}.$$

4.2.8 Знайдемо сумарну витрату мережної води на першу ступінь водонагрівача

$$G_{e1} = \varphi (G_{e2} + G_{on}^{3l}), ; \quad (4.11)$$

де $\varphi = 0,85$ - коефіцієнт запасу, який враховує витрату мережної води, яка не потрапляє у першу ступінь водонагрівача;

$$G_{e1} = 0,85 \cdot (6,03 + 5,9) = 10,14 \frac{K\kappa}{c}.$$

4.2.9 Обчислимо температуру мережної води на виході з першої ступені підігріву

$$t_{36}^1 = t_{36op.1}^{\min} - \frac{Q_{c3n1}}{c_p \cdot G_{e1}} \quad (4.12)$$

$$t_{36}^1 = 41,9 - \frac{971,9}{4,187 \cdot 10,14} = 19 \text{ } ^\circ C$$

4.3 Розрахунок діаметрів патрубків для приєднання теплоносіїв.

Прийmemo найбільшу швидкість руху теплоносія $W_{\max} = 1,4 \frac{M}{c}$;

4.3.1 Знайдемо діаметр патрубка води на подаючий трубопровід ГВП

$$D_x = \sqrt{\frac{4 \cdot G_{e.6.2}}{\pi \cdot \rho_x \cdot W_{\max}}}, \quad (4.13)$$

$$D_x = \sqrt{\frac{4 \cdot 8,834}{\pi \cdot 998,7 \cdot 1,4}} = 0,089 \text{ м};$$

За ДСТУ 3667–97 приймаємо сталний безшовний гарячodeформований патрубок, внутрішнім діаметром 89×3,5 мм.

4.3.2 Знайдемо діаметр патрубка холодної води на ГВП

$$D_{on2} = \sqrt{\frac{4 \cdot G_{e.61}}{\pi \cdot \rho_2 \cdot W_{\max}}}, \quad (4.14)$$

$$D_{on2} = \sqrt{\frac{4 \cdot 8,031}{\pi \cdot 998,5 \cdot 1,4}} = 0,0855 \text{ м};$$

За ДСТУ 3667–97 приймаємо сталний безшовний гарячodeформований патрубок, внутрішнім діаметром 83×3,5 мм.

					ТП 51 64 014 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

5 РОЗРАХУНОК ТЕПЛООБМІННИКА. ПЕРШИЙ СТУПІНЬ ПІДГРІВУ

5.1 Вихідні дані для розрахунку

- 1) загальне максимальне теплове навантаження на першу ступінь $Q_{gen1} = 971,9 \text{ кВт}$;
- 2) температура мережної води на вході $t'_1 = t_{36}^{\min} = 41,9^\circ\text{C}$;
- 3) температура мережної води на виході $t''_1 = t_p = 19^\circ\text{C}$;
- 4) температура холодної води $t'_2 = t_x = 5^\circ\text{C}$;
- 5) температура гарячої води на виході з першої ступені $t''_2 = t_p = 33,9^\circ\text{C}$.

5.2 Тепловий розрахунок

Зобразимо графік зміни температур теплоносіїв на рисунку 5.1

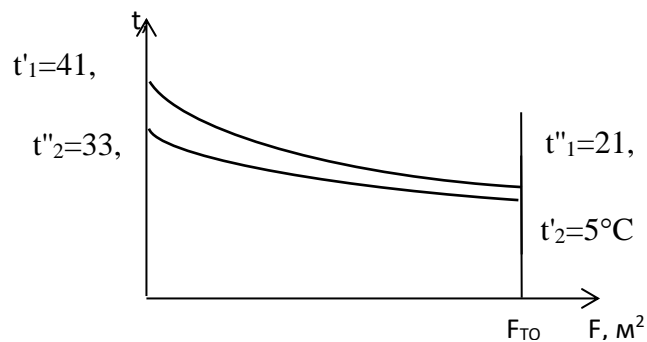


Рисунок 5.1 - Графік зміни температур теплоносіїв

5.2.1 Визначимо середньологарифмічну різницю температур

$$\Delta \bar{t} = \frac{\Delta t_{\delta} - \Delta t_{\mathcal{M}}}{\ln \frac{\Delta t_{\delta}}{\Delta t_{\mathcal{M}}}} \quad (5.1)$$

більша різниця температур

$$\Delta t_{\delta} = t''_1 - t'_2, \quad (5.2)$$

$$\Delta t_{\delta} = 19 - 5 = 14^\circ\text{C}.$$

менша різниця температур

$$\Delta t_{\mathcal{M}} = t'_1 - t''_2, \quad (5.3)$$

$$\Delta t_{\mathcal{M}} = 41,9 - 33,9 = 8^\circ\text{C}.$$

$$\Delta \bar{t} = \frac{14 - 8}{\ln \frac{14}{8}} = 10,72^\circ\text{C}.$$

5.2.2 Середні температури та теплофізичні параметри теплоносіїв у каналах теплообмінника становлять

					ТП 51 64 014 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

$$t_{cp1} = \frac{t_1' + t_1''}{2}, \quad (5.4)$$

$$t_{cp1} = \frac{41,9 + 19}{2} = 30,45^\circ C$$

За $t_{cp1} = 30,45^\circ C$ знаходимо теплофізичні параметри [4]

$$\rho_1 = 992,7 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}; \text{Pr}_1 = 6,19; \nu_1 = 0,762 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}^2}{\text{с}}; \lambda_1 = 62,24 \cdot 10^{-2} \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}.$$

$$t_{cp2} = \frac{t_2' + t_2''}{2}, \quad (5.5)$$

$$t_{cp2} = \frac{33,9 + 5}{2} = 19,45^\circ C$$

За $t_{cp2} = 19,45^\circ C$ знаходимо теплофізичні параметри [4]

$$\rho_2 = 998,5 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}; \text{Pr}_2 = 7,4; \nu_2 = 1,027 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}^2}{\text{с}}; \lambda_2 = 60,2 \cdot 10^{-2} \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}.$$

Обчислимо температуру стінки

$$t_c = \frac{t_{cp1} + t_{cp2}}{2}, \quad (5.6)$$

$$t_c = \frac{30,45 + 19,45}{2} = 24,95^\circ C$$

Аналогічно за $t_c = 24,95^\circ C$ знаходимо теплофізичні параметри $\text{Pr}_c = 6,54$ [6];

Для теплообмінного апарату приймаємо тип пластин 0,5Пр.

Технічна характеристика наведена у п. 3.2.3 (таблиця 3.1)

5.2.3 Знайдемо швидкості теплоносіїв у каналах

Приймемо кількість каналів одного ходу рівним $z_1 = 9$, $z_2 = z_1 = 9$;

$$W_1 = \frac{G_{z1}}{z_1 \cdot f \cdot \rho_1}, \quad (5.7)$$

$$W_1 = \frac{10,14}{9 \cdot 0,00285 \cdot 992,7} = 0,398 \frac{\text{м}}{\text{с}};$$

$$W_2 = \frac{G_{z2}}{z_2 \cdot f \cdot \rho_2}, \quad (5.8)$$

$$W_2 = \frac{8,031}{9 \cdot 0,00285 \cdot 998,5} = 0,32 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

5.2.4 Обчислимо температурний множник

$$A_1 = 0,1 \frac{\lambda_1}{\nu_1^{0,73}} \text{Pr}_1^{0,43} \left(\frac{\text{Pr}_1}{\text{Pr}_c} \right)^{0,25}, \quad (5.9)$$

					ТП 51 64 014 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

$$A_1 = 0,1 \frac{62,24 \cdot 10^{-2}}{(0,762 \cdot 10^{-6})^{0,73}} 6,19^{0,43} \left(\frac{6,19}{6,54} \right)^{0,25} = 3600$$

$$A_2 = 0,1 \frac{\lambda_2}{\nu_2^{0,73}} \text{Pr}_2^{0,43} \left(\frac{\text{Pr}_2}{\text{Pr}_c} \right)^{0,25}, \quad (5.10)$$

$$A_2 = 0,1 \frac{60,2 \cdot 10^{-2}}{(1,027 \cdot 10^{-6})^{0,73}} 7,4^{0,43} \left(\frac{7,4}{6,54} \right)^{0,25} = 3515$$

5.2.5 Відповідно коефіцієнт тепловіддачі становить

$$\alpha_1 = A_1 \frac{W_1^{0,73}}{d_e^{0,27}}, \quad (5.11)$$

$$\alpha_1 = 3600 \frac{0,398^{0,73}}{0,009^{0,27}} = 6555 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}};$$

$$\alpha_2 = A_2 \frac{W_2^{0,73}}{d_e^{0,27}}, \quad (5.12)$$

$$\alpha_2 = 3515 \frac{0,32^{0,73}}{0,009^{0,27}} = 5458 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}};$$

5.2.6 Коефіцієнт теплопередачі становить

$$k = \frac{\beta_1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta_{cm}}{\lambda_{cm}} + R_3}, \quad (5.13)$$

де β_1 - поправка, яка враховує нерівномірність поля швидкостей в прохідному перерізі. Приймаємо $\beta_1 = 0,92 \dots 0,95 = 0,94$, де R_3 - термічний опір забрудненого шару, приймаємо $R_3 = 0,0002 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$.

$$k = \frac{0,94}{\frac{1}{6555} + \frac{1}{5458} + \frac{0,001}{22} + 0,0002} = 1617 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$$

5.2.7 Знайдемо площу поверхні нагріву

$$F = \frac{Q_{\text{ген}}}{k \Delta t}, \quad (5.14)$$

$$F = \frac{972,9 \cdot 10^3}{1617 \cdot 10,72} = 56,1 \text{ м}^2$$

5.2.8 Обчислимо кількість пластин підігрівача

$$z_{\text{пл}} = \frac{F}{F_{\text{пл}}}, \quad (5.15)$$

					ТП 51 64 014 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

$$z_{nl} = \frac{56,1}{0,5} \approx 112 \text{ шт.}$$

5.2.9 Відповідно кількість ходів у теплообміннику рівна

$$x = \frac{z_{nl} - 1}{z_1 + z_2}, \quad (5.16)$$

$$x = \frac{112 - 1}{9 + 9} = 7 \text{ шт.}$$

5.2.10 Отже, загальна кількість пластин

$$z_{nl} = x \cdot z_1 + x \cdot z_2 + 1, \quad (5.17)$$

$$z_{nl} = 7 \cdot 9 + 7 \cdot 9 + 1 = 127 \text{ шт.}$$

5.2.11 Загальна площа нагріву теплообмінника становить

$$F = F_{nl} z_{nl}, \quad (5.18)$$

$$F_1 = 0,5 \cdot 127 = 63,5 \text{ м}^2;$$

5.3 Гідравлічний розрахунок

5.3.1 Для початку обрахуємо число Рейнольдса для двох випадків

$$\text{Re}_1 = \frac{W_1 d_2}{\nu_1}, \quad (5.19)$$

$$\text{Re}_1 = \frac{0,398 \cdot 0,009}{0,762 \cdot 10^{-6}} = 4700$$

$$\text{Re}_2 = \frac{W_2 d_2}{\nu_2}, \quad (5.20)$$

$$\text{Re}_2 = \frac{0,32 \cdot 0,009}{1,027 \cdot 10^{-6}} = 2804$$

5.3.2 Знайдемо коефіцієнт гідравлічного тертя

$$\lambda_1 = \frac{c}{\text{Re}_1^{0,25}}, \quad (5.21)$$

$$\lambda_1 = \frac{15}{4700^{0,25}} = 1,81$$

$$\lambda_2 = \frac{c}{\text{Re}_2^{0,25}}, \quad (5.22)$$

$$\lambda_2 = \frac{15}{2804^{0,25}} = 2,061$$

					ТП 51 64 014 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

5.3.3 Втрати тиску

1) у каналах з мережної сторони

$$\Delta P_1 = \lambda_1 \frac{L_{np}}{d_3} \cdot \frac{x \cdot \rho_1 \cdot W_1^2}{2}, \quad (5.23)$$

$$\Delta P_1 = 1,81 \cdot \frac{0,8}{0,009} \cdot \frac{7 \cdot 992,7 \cdot 0,398^2}{2} = 88547 \text{ Па}$$

2) у каналах із сторони води, яка нагрівається

$$\Delta P_2 = \lambda_2 \frac{L_{np}}{d_3} \cdot \frac{x \cdot \rho_2 \cdot W_2^2}{2}, \quad (5.24)$$

$$\Delta P_2 = 2,061 \cdot \frac{0,8}{0,009} \cdot \frac{7 \cdot 998,5 \cdot 0,32^2}{2} = 65560 \text{ Па};$$

5.4 Розрахунок діаметрів патрубків для приєднання теплоносіїв

Приймаємо найбільшу швидкість руху теплоносія $W_{\max} = 1,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$;

5.4.1 Знайдемо діаметр патрубка мережної води у зворотній трубопроводі

$$D_{on1} = \sqrt{\frac{4 \cdot G_{z1}}{\pi \cdot \rho_1 \cdot W_{\max}}}, \quad (5.25)$$

$$D_{on1} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10,14}{3,14 \cdot 992,7 \cdot 1,4}} = 0,096 \text{ м};$$

За ДСТУ 3667–97 приймаємо сталевий безшовний гарячодформований патрубок внутрішнім діаметром 95×3,5 мм.

5.4.2 Знайдемо діаметр патрубка мережної води на виході з ТОА

$$D_{on2} = \sqrt{\frac{4 \cdot (G_{z1})}{\pi \cdot \rho \cdot W_{\max}}}, \quad (5.26)$$

$$D_{on2} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10,14}{3,14 \cdot 998,5 \cdot 1,4}} = 0,096 \text{ м};$$

За ДСТУ 3667–97 приймаємо сталевий безшовний гарячодформований патрубок внутрішнім діаметром 95×3,5 мм.

Отже, схема компоновки теплообмінника I ступені підігрівача ГВП

$$C_x \frac{9+9+9+9+9+9+9}{10+9+9+9+9+9+9}$$

Принципову схему руху носіїв в останніх ходах, зображено на рисунку 5.2

					ТП 51 64 014 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

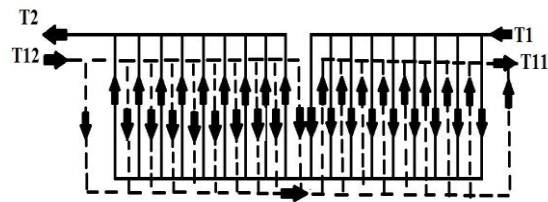


Рисунок 5.2 - Принципова схема руху носіїв в двох останніх ходах теплообмінника I ступені підігрівача ГВП

Таблиця 5.1- Характеристики першого ступеня теплообмінника системи ГВП

Найменування величини	Позначення	Одиниця вимірювання	Значення
1 Коефіцієнт теплопередачі	k	$\frac{Вт}{м^2C}$	1617
2 Загальна поверхня теплообміну	F	м ²	63,5
3 Втрата тиску з мережної сторони	ΔP_1	Па	88547
4 Втрата тиску із сторони води, яка нагрівається	ΔP_2	Па	65560
5 Кількість ходів	x	Шт.	7
6 Кількість пластин	$z_{пл}$	Шт.	127
7 Діаметр патрубку мережної води у зворотній трубопроводі	D_{on1}	мм	96
8 Діаметр патрубку мережної води на виході з ТОА	D_{on2}	мм	96

6 ДОПОМІЖНЕ ОБЛАДНАННЯ

6.1 Підбір регулюючих клапанів

Розрахунок та підбір клапанів проводиться за методикою фірми «Danfoss», яка справедлива і для регуляторів інших виробників, за наступним алгоритмом:

- розрахунок необхідної пропускної здатності регулюючого клапана;
- підбір приводу регулюючого клапана;
- розрахунок ступені відкриття регулюючого клапана;
- розрахунок регулюючого клапана на виникнення шуму.

6.1.1 Розрахунок пропускної здатності регулюючого клапана.

Залежність втрат напору від витрати через регулюючий клапан називається пропускною здатністю – K_{vs} . Пропускна здатність K_{vs} чисельно дорівнює витраті води в $[м^3/год]$ при її щільності $1000 [кг/м^3]$, що проходить через клапан при перепаді тиску $1 [бар]$.

Розрахункова пропускна здатність K_v – пропускна здатність, яка чисельно дорівнює витраті в $[м^3/год]$, при розрахунковому режимі роботи.

Враховуючи, що при зміні витрати в «n» раз втрати напору на клапані змінюються в « n^2 » разів, обчислюють розрахункову пропускну здатність K_v регулюючого клапану, для чого у формулу підставляють розрахункову витрату і перепад тиску.

Виробниками рекомендується вибирати регулюючий клапан з найближчим більшим значенням K_{vs} від отриманого значення K_v .

6.1.2 Підбір електроприводу регулюючого клапана.

Електропривод підбирається під раніше обраний регулюючий клапан зі списку сумісних пристроїв, зазначених в характеристиках клапана. Хід штока обраного електроприводу повинен бути завжди більшим або рівним ходу штока клапана, яким він керує.

6.1.3 Розрахунок ступеня відкриття регулюючого клапана

Ступінь відкриття клапану – відсоткове відношення розрахункової пропускної здатності клапана $K_v [м^3/год]$ до пропускної здатності обраного клапана $K_{vs} [м^3/год]$.

Отримане значення повинно бути не менше 30%.

6.1.4 Перевірочний розрахунок підбору регулюючих клапанів

Вихідні дані:

- 1) Тиск в подавальному трубопроводі теплової мережі $P1 = 4,9 бар$;
- 2) Тиск в зворотному трубопроводі теплової мережі $P2 = 4,2 бар$;
- 3) Теплове навантаження $Q = 1981,23 кВт$;
- 4) Температурний графік теплової мережі: $T1 = 150 ^\circ C / T2 = 70 ^\circ C$;
- 5) Витрата теплоносія через клапан $V = 69,7 м^3/год$;

					ТП 51 64 014 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

6) Густина теплоносія при $T_1 = 150^{\circ}\text{C} = 961,7 \text{ кг/м}^3$;

7) Приймаємо втрату тиску на клапані $\Delta P_k = 0,3 \text{ бар}$;

Регулятор температури (рисунок 6.1)

Підібрано регулятор температури VVF42.125-250 DN 125 $K_{vs}=25 \text{ м}^3/\text{год}$



Рисунок 6.1- Регулятор температури

Технічні характеристики обраного клапана

- Розрахункова пропускна спроможність клапана

$$K_v = \frac{V}{\sqrt{\Delta P}} = \frac{5,87}{0,3} = 10,72 \text{ м}^3 / \text{год}$$

- Втрата тиску на клапані

$$\Delta P_k = \left(\frac{V}{K_{vs}} \right)^2 = \frac{5,87}{97,83} = 0,06 \text{ бар},$$

- Ступінь відкриття клапана

$$x = \frac{K_v}{K_{vs}} \times 100\% = \frac{10,72}{97,83} = 42,89\%; x \geq 30\%$$

- Швидкість потоку, що проходить через клапан

$$w = \frac{4 \cdot V \cdot 1000}{\pi \cdot d^2 \cdot 3,6} = \frac{4 \cdot 5,87 \cdot 1000}{3,14 \cdot 3,6 \cdot 40^2} = 1,29 \text{ м / с}$$

Для клапана VVF42.125-250 «Siemens» підбираємо електропривід SAX 31.03 230В.

					ТП 51 64 014 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

Регулятор перепаду тиску (рисунок 6.2)

Підібрано регулятор тиску AFP/VFG2 DN150 $K_{vs}=21 \text{ м}^3/\text{год.}$



Рисунок 6.2- Регулятор перепаду тиску

Технічні характеристики обраного клапана

Розрахункова пропускна спроможність клапана

$$K_v = \frac{V}{\sqrt{\Delta P}} = \frac{5,87}{0,3} = 10,72 \text{ м}^3 / \text{год}$$

- Втрата тиску на клапані

$$\Delta P_k = \left(\frac{V}{K_{vs}} \right)^2 = \frac{5,87^2}{21^2} = 0,08 \text{ бар}$$

- Ступінь відкриття клапана

$$x = \frac{K_v}{K_{vs}} \times 100\% = \frac{10,72}{21} = 51,03\%; x \geq 30\%$$

- Швидкість потоку, що проходить через клапан

$$w = \frac{4 \cdot V \cdot 1000}{\pi \cdot d^2 \cdot 3,6} = \frac{4 \cdot 5,87 \cdot 1000}{3,14 \cdot 3,6 \cdot 40^2} = 1,29 \text{ м / с}$$

Діапазон налаштування регулятора перепаду тиску $P_n=(0,4 - 2,2) \text{ бар.}$

підбиралися з виконанням умови: $w \leq 3,0-3,5 \text{ м/}$

					ТП 51 64 014 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

6.2. Підбір приладу магнітної обробки води

Витрата холодної (гарячої) води на потреби гарячого водопостачання, згідно розрахунку теплообмінника складає 4,21 м³/год.

Маючи витрату холодної води для потреб ГВП обираємо установку електромагнітної обробки води – магнітний активатор типу «Гідромультіполь» Г-25, яка має наступні технічні характеристики:

- діапазон витрат – 1,0...7,0 м³/год;
- умовний діаметр трубопроводу – Ду 25 мм;
- приєднання – муфтове;
- розрахунковий тиск – 1,0 (1,6) МПа;
- допустима температура – 80 (120) °С;
- довжина – 190 мм.

6.3 Підбір теплोलічильників

Згідно з завданням на проектування, проектом передбачається забезпечення обліку теплової енергії окремо на потреби опалення та гарячого водопостачання. Підбір теплोलічильників здійснювався шляхом порівняння розрахункових витрат теплоносія в кожній системі та паспорту на теплोलічильник, з умовою не перевищення розрахунковою витратою максимальної, згідно з паспортними значеннями, для від- повідної витратомірної ділянки.

Розрахункова витрата теплоносія для системи опалення

$$G_{0\max} = \frac{3,6Q_{\max}}{c_p(t_1 - t_2)} \cdot 10^{-3} \quad (6.1)$$

$$G_{0\max} = \frac{3,6 \cdot 1981,23 \cdot 10^3}{4,19(150 - 70)} \cdot 10^{-3} = 21,3 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Таким чином, за розрахунковою витратою теплоносія системи опалення обираємо лічильник теплової енергії з обчислювачем АКВА-МВТ-2М та витратоміром ULTRAHEAT 2WR783 Ду100, для якого витрати становлять: $Q_{\max} = 120$ м³/год; $Q_{\text{ном}} = 60$ м³/год; $Q_{\min} = 0,6$ м³/год. Розрахункова витрата теплоносія для системи гарячого водопостачання

$$G_{\text{гвп max}} = \frac{3,6Q_{\max}}{c_p(t_1 - t_2)} \cdot 10^{-3} \quad (6.2)$$

					ТП 51 64 014 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

$$G_{0\max} = \frac{3,6 \cdot 1681,5 \cdot 10^3}{4,19(150 - 70)} \cdot 10^{-3} = 18,05 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Таким чином, за розрахунковою витратою теплоносія системи гарячого водопостачання обираємо лічильник теплової енергії з обчислювачем АКВА-МВТ-2М та витратоміром ULTRAHEAT 2WR761 Ду40, для якого витрати становлять: $Q_{\max} = 20,0 \text{ м}^3/\text{год}$; $Q_{\text{ном}} = 10,0 \text{ м}^3/\text{год}$; $Q_{\min} = 0,1 \text{ м}^3/\text{год}$.

6.4 Теплова ізоляція, захист від корозії

В якості теплоізолюючого матеріалу приймаємо теплоізолюючі трубки ST/SK фірми K-FLEX товщиною $\delta = 40 \text{ мм}$ для трубопроводів діаметром $\text{Ду} \leq 50$ та товщиною $\delta = 50 \text{ мм}$ для трубопроводів діаметром $\text{Ду} > 50$. Розрахунки необхідної товщини ізоляції проводиться згідно методики СНіП 2.04.14-88 [7] .

Антикорозійне покриття трубопроводів виконується пентафталевою емаллю ПФ-115 в два шари по ґрунтовці ГФ-021. Перед фарбуванням поверхні трубопроводів необхідно очистити від пилу і бруду, старого покриття, продуктів корозії, знежирити та поґрунтувати.

					ТП 51 64 014 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

7 ОХОРОНА ПРАЦІ

Даним робочим проектом передбачаються заходи, що забезпечують нормальні умови роботи та захист від травмування обслуговуючого персоналу в процесі експлуатації обладнання ЦТП.

Обслуговуючий персонал запроектованого ЦТП повинен керуватись «Правилами технической эксплуатации теплоиспользующих установок и тепловых сетей» та загальними нормами техніки безпеки для слюсаря, сантехніка та електрослюсаря, у тому числі:

- проводити роботи по технічному обслуговуванню теплофікаційних модульних блоків і вузлів та усунення несправностей тільки на відключеному обладнанні (за відсутності напруги електроживлення, тиску води в магістралях);

- ділянки трубопроводів мережної води, що реконструюються підлягають теплоізоляції з розрахунку досягнення температури на її поверхні не вище 40°C;

- обладнання, технологічні трубопроводи, щитові пристрої корпуси приладів засобів автоматизації та конструкції для їх установки, металеві захисні труби та метало рукави електропроводок підлягають захисному заземленню та приєднанню до контуру заземлення будівлі;

- в якості заземлюючих захисних провідників використовуються провідники, спеціально призначені для цих цілей, з відповідним поперечним перерізом;

- електричний опір існуючого заземлюючого пристрою повинен не перевищувати 4 Ом.

Спеціалісти, які здійснюють установку, обслуговування та ремонт технологічного обладнання повинен ознайомитись з інструкцією з експлуатації, пройти інструктаж по техніці безпеки при роботі з радіоелектронною апаратурою та мати кваліфікаційну групою по техніці безпеки не нижче III. Інструктаж проводиться перед початком роботи з даним обладнанням, про що потрібно зробити запис в журналі.

При експлуатації обладнання ЦТП потрібно дотримуватись «Правил техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживача».

Перед початком експлуатації центрального теплового пункту необхідно провести вимірювання опорів контуру заземлення теплового пункту та металевих з'єднань електрообладнання із контуром заземлення.

Проектом передбачено заходи від шуму та вібрацій, які виникають під час роботи обладнання теплопункту, з метою запобігання перевищення рівня допустимого шуму та вібрацій відповідно до вимог ГОСТ 12.1.003-83, ГОСТ 12.1.012-2004 та ДБН В.2.5-67-2013.

До їх числа входить:

- застосування гнучких антивібраційних вставок на всмоктуючих та напірних патрубках

					ТП 51 64 014 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

насосів;

- розміри отворів для пропускання труб крізь стіни повинні забезпечувати зазор між поверхнею теплоізоляційної конструкції труби і будівельної конструкції будинку, для закладання якого застосовувати еластичні водогазонепроникаючі матеріали;

- під опори трубопроводів та обладнання, при їх кріпленні до будівельних конструкцій, передбачено віброізолюючі прокладки, в якості яких слід застосовувати гумові віброізолятори.

7.1 Забезпечення надійності та безпеки

При розробці даного розділу проекту були використані наступні нормативні документи:

-Технічний регламент будівельних виробів, будівель і споруд. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 20.12,2006р. №1764;

-ДСТУ-Н Б.А.1.1-81:2008 “Основні вимоги до будівель і споруд” [8];

-Настанова зі застосування термінів основних вимог до будівель і споруд згідно з тлумачними документами Директиви Ради 89//106/ЄЕС;

-ДБН В.1.2-9-2008 “Основні вимоги до будівель і споруд. Безпека експлуатації;

-ДБН В.1.2-14:2008 Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ;

-Порядок прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 13 квітня 2011 р. №461.

7.1.1 Забезпечення безпеки експлуатації протягом економічно обґрунтованого терміну експлуатації будівельного об'єкта.

В проекті прийняті наступні заходи:

- проектування, будівництво та технічне обслуговування у відповідності з порядком, передбаченим нормативними документами категорії А (організаційно-методичні норми, правила і стандарти);

- використання будівельних виробів та матеріалів із властивостями і характеристиками, що відповідають вимогам нормативних документів;

- ремонт існуючого підлогового покриття;

- штукатурення та фарбування стін;

- заміна інженерних мереж в приміщенні тепlopункту.

7.1.2 Забезпечення вимог безпеки експлуатації об'єкта на етапі розроблення проектної документації.

					ТП 51 64 014 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

Технічні рішення, прийняті у проекті, відповідають вимогам по забезпеченню механічного опору та стійкості; вимогам пожежної безпеки; забезпечення безпеки життя і здоров'я людини та захисту навколишнього природного середовища; безпеки експлуатації; захисту від шуму; вимогам економії енергії.

Передбачене влаштування евакуаційного освітлення у приміщенні тепло- пункту. Висота приміщень, дверних прорізів, вікон відповідають діючим нормам та забезпечують безпечну експлуатацію будівлі. В залежності від можливих наслідків від відмови об'єкту встановлено клас наслідків **СС2**.

7.1.3 Надійність та конструктивна безпека об'єкта.

Даним робочим проектом не передбачено втручання в несучі конструкції приміщення ЦТП.

7.1.4 Бар'єри безпеки і запобігання аваріям

Для створення і забезпечення ефективності зазначених у ДБН В. 1.2- 14:2008 бар'єрів безпеки у проекті передбачено наступні заходи:

- забезпечення потрібної якості матеріалів, виробів і якості проведення робіт шляхом організації вхідного, поопераційного і приймального контролю;
- експлуатація об'єкта у відповідності з проектною документацією;
- підтримання у належному стані важливих для безпеки об'єкта елементів, пристроїв і систем шляхом проведення необхідних профілактичних робіт;
- своєчасне діагностування, оцінювання технічного стану і вжиття необхідних заходів щодо усунення виявлених дефектів і пошкоджень.

7.1.5 Особливості забезпечення безпеки експлуатації об'єкта на етапах виконання будівельно-монтажних робіт

За здійснення контролю за станом охорони праці несе відповідальність підприємство, що здійснює БМР, на якому повинна бути організована служба охорони праці.

7.1.6 Формування вимог з безпеки експлуатації на етапі використання об'єкта за призначенням протягом встановленого терміну експлуатації: (ДСТУ-Н Б.В.2.5- 37-2008; НПАОП 0.00-7.11-12)

Для забезпечення нормальних умов праці та перебування обслуговуючого персоналу приміщення ЦТП забезпечено відповідними системами опалення, вентиляції та освітлення.

					ТП 51 64 014 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

Постійний контроль за технічним станом обладнання повинен забезпечуватися персоналом, відповідальним за його експлуатацію.

Періодичність огляду встановлюється технічним керівництвом об'єкту. Всі поверхні трубопроводів та обладнання в зоні обслуговування ізолювані таким чином, щоб температура поверхонь не перевищувала 40°C і таким чином не представляла небезпеку для персоналу та виключала можливість випадкового займання матеріалів, що знаходяться поблизу.

Для попередження електротравматизму, проектом передбачається захисне заземлення обладнання.

7.1.7 Вимога «Безпека експлуатації» під час прийняття закінчених будівництвом об'єктів в експлуатацію

Прийняття в експлуатацію об'єкта повинно здійснюватись на підставі акта готовності об'єкта до експлуатації.

На об'єкті повинні бути виконані всі передбачені проектною документацією згідно із державними будівельними нормами, стандартами і правилами роботи, а також змонтоване і випробуване обладнання, проведені пусконаладжувальні роботи згідно з технологічним регламентом, створено безпечні умови для роботи виробничого персоналу та перебування людей відповідно до вимог нормативно-правових актів з охорони праці та промислової безпеки, пожежної та техногенної безпеки, екологічних і санітарних норм.

7.2 Пожежна безпека

Центральний тепловий пункт, що підлягає реконструкції, знаходиться у приміщенні окремо розташованої будівлі. В приміщеннях ЦТП, згідно проведеного обстеження, не зафіксовано зберігання горючих та легкозаймистих речовин.

У відповідності до НАПБ Б.03.002-2007 «Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпечністю» приміщення тепловентилятора за вибухопожежною та пожежною небезпечністю від- носить до категорії Д.

Згідно НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок» [9] приміщення тепловентилятора не має вибухо- та пожежонебезпечних зон.

В приміщенні ЦТП в якості силових використовуються мідні кабелі марки ВВГнг, діаметр поперечного перерізу яких розраховано з дотриманням вимог ПУЕ. Все технологічне обладнання, розетки та трубопроводи заземлено по схемі TN-C-S.

Для теплової ізоляції трубопроводів використано теплоізоляційні трубки ST/SK фірми K-FLEX, які відповідно до пп. 2.3, 2.4, 2.6, 2.7 ДБН 8.1.1-7-2002 відносяться до: групи горючості Г1 (низької горючості), займистості В1 (важкозаймисті), димоутворювальної здатності Д1 (36 м2/кг - матеріал з малою димоутворювальною здатністю), токсичності продуктів

					ТП 51 64 014 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

горіння Т1 (малонебезпечні).

Устаткування, обладнання та будівельні матеріали, використання яких перед- бачено у проєкті, мають сертифікати якості та відповідності вимогам санітарних і протипожежних норм України.

Беручи до уваги все вищевикладене – робимо висновок, що в центральному тепловому пункті **не потребується** додаткового облаштування системи внутрішнього пожежогасіння.

7.3 Екологічна безпека

Центральний тепловий пункт, що є предметом цього проєкту, не відноситься до потенційно небезпечних об'єктів згідно «Методики ідентифікації потенційно небезпечних об'єктів», затвердженої Міністерством України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи (наказ №98 від 23 лютого 2006 року).

У відповідності до «Переліку видів діяльності та об'єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку», затвердженого Постановою КМУ від 28 серпня 2013 року №808 індивідуальні та центральні теплові пункти не є об'єктами що становлять підвищену екологічну небезпеку.

Прийняті при проєктування технічні рішення забезпечують виконання діючих нормативних документів з охорони праці, в тому числі «Правил технічної експлуатації теплових установок і мереж», затверджених наказом Міністерства палива та енергетики України від 14 лютого 2007 року N 71.

У відповідності до Додатку №4 Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів ДСП-176-96, індивідуальні та центральні теплові пункти не потребують облаштування санітарно-захисних зон, оскільки не являються джерелом викидів небезпечних речовин у атмосферу, ґрунт або водний басейн.

Устаткування, обладнання та будівельні матеріали, використання яких перед- бачено у проєкті, мають сертифікати якості та відповідності вимогам санітарних і протипожежних норм України.

Для виконання вимог ГОСТ 12.1.003-83, ГОСТ 12.1.012-2004 та ДБН В.2.5-67-2013 щодо запобігання перевищення рівня допустимого шуму та вібрацій при роботі технологічного обладнання, проєктом передбачено застосування додаткових заходів від виникнення шуму та вібрацій під час роботи обладнання теплопункту, а саме:

- розміри отворів для пропускання труб крізь стіни повинні забезпечувати зазор між поверхнею теплоізоляційної конструкції труби і будівельної конструкції будинку, для закладання

					ТП 51 64 014 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

якого застосовувати еластичні водогазонепроникаючі матеріали;

- під опори трубопроводів та обладнання, при їх кріпленні до будівельних конструкцій, передбачено використання віброізолюючих прокладок – гумових віброізоляторів.

Для уникнення негативного впливу на навколишнє та соціальне середовища при проведенні загальнобудівельних та монтажних робіт, передбачено їх виконання в денний час. Передбачено вивіз виробничого сміття на переробку, або на утилізацію (в залежності від типу сміття).

7.4 Визначення класу наслідків

Розрахунок виконано згідно ДСТУ-Н Б В.1.2-16:2013 [10] «Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єктів будівництва».

При розробленні проектної документації на реконструкцію існуючого об'єкта без повного призупинення його використання за функціональним призначенням категорію складності об'єкта будівництва за такою документацією визначають без урахування категорії складності об'єкта, що експлуатується.

В робочому проекті розроблені технологічні рішення на реконструкцію центрального теплового пункту за адресою: вул. Мазепи, 3а в м. Житомирі, який включає в себе встановлення в ЦТП трьох теплофікаційних модульних блоків заводського виготовлення «ТЕПЛОENERGO» для систем опалення та гарячого водопостачання, підживлення системи опалення. Об'єктом, що підлягає аналізу з метою визначення класу наслідків (відповідальності), є центральний тепловий пункт.

У відповідності до п. 4.4. ДСТУ-Н Б В.1.2-16:2013, клас наслідків об'єкта визначають за наступними напрямками:

- можлива небезпека для здоров'я і життя людей, які постійно перебувають на об'єкті;
- можлива небезпека для здоров'я і життя людей, які періодично перебувають на об'єкті;
- можлива небезпека для життєдіяльності людей, які перебувають зовні об'єкта;
- обсяг можливого економічного збитку;
- можливість втрати об'єктів культурної спадщини;
- можливість припинення функціонування об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури.

Клас наслідків (відповідальності) об'єкта будівництва встановлюють за найвищою характеристикою можливих наслідків, отриманих за результатами розрахунків.

За напрямком – можлива небезпека для здоров'я і життя людей, які постійно перебувають на об'єкті.

Оскільки обладнання теплового пункту повністю автоматизовано і не потребує постійного

					ТП 51 64 014 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

обслуговуючого персоналу, приймаємо кількість працівників, що постійно перебувають в приміщенні тепlopункту об'єкта, що проектується – 0 людини.

Відповідно до Таблиці 1 ДСТУ-Н Б В.1.2-16:2013, так як можлива небезпека для здоров'я і життя людей, які постійно перебувають на об'єкті, складає менше 50 осіб, об'єкт за цим показником відноситься до класу наслідків (відповідальності) **СС1**.

За напрямком – можлива небезпека для здоров'я і життя людей, які періодично перебувають на об'єкті.

Обладнання ЦТП потребує періодичного технічного обслуговування профільними фахівцями, в тому числі: сантехніками, електриками, інженерами КВП та т.п. Приймаємо кількість людей, які періодично перебувають на об'єкті (загалом від 450 до 1000 годин на рік) – 5÷10 людей.

Оскільки, ця кількість ДСТУ-Н Б В.1.2-16:2013 складає менше 100 осіб, об'єкт за цим показником відноситься до класу наслідків (відповідальності) **СС1**.

За напрямком – можлива небезпека для життєдіяльності людей, які перебувають зовні об'єкта.

Ця характеристика має визначальне значення при розрахунку класу наслідків (відповідальності) об'єктів життєзабезпечення. Громадяни фактично перебувають за межею інженерного об'єкта (тепlopункту, центрального теплового пункту), але від його стану залежать їх безпека, здоров'я, комфортність умов перебування та проживання.

Кількість осіб, які перебувають зовні будівлі, де розміщено ЦТП, приймаємо 500÷2000 осіб. Відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.2-16:2013 «Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єктів будівництва» та зміни 1 наказу Мінрегіону України від 12 травня 2014 р. №135 додатку «А» щодо застосування будівельних норм у частині віднесення об'єктів будівництва до категорій складності для подальшого проектування і експертизи, за показниками «Можлива небезпека для життєдіяльності людей, які перебувають ззовні об'єкта», ЦТП відноситься до класу наслідків (відповідальності) **СС2**.

За напрямком – обсяг можливого економічного збитку.

Розрахункова кошторисна вартість проекту-аналога (на підставі реалізованих проектів) складає 2 млн. грн.

Загальні збитки від руйнування та пошкодження основних фондів:

$$\Phi = C \sum P_1 (1 - 0,5T \cdot K) \quad (7.1)$$

де: Φ – прогнозовані втрати;

C – коефіцієнт, що враховує відносну долю основних фондів, що повністю втрачаються під час аварії (попередньо приймаємо $C=0,45$);

P_1 – кошторисна вартість втрачених основних фондів;

					ТП 51 64 014 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

T – середнє значення встановленого терміну експлуатації ЦТП, T=20 років;

K – коефіцієнт амортизаційних відрахувань основних фондів, K=0,05.

Тоді:

$$\Phi = 0,45 \cdot 2000 \cdot (1 - 0,5 \cdot 20 \cdot 0,05) = 450 \text{ тис. грн}$$

Визначаємо обсяг можливого економічного збитку.

За напрямком – можливість втрати об'єктів культурної спадщини та можливість припинення функціонування об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури.

Будівля не розташована в охоронній зоні об'єктів культурної спадщини і не є об'єктом культурної спадщини.

Об'єкт знаходиться у звичайних інженерно-геологічних умовах, при відсутності сейсміки, просадки і не являється об'єктом підвищеної екологічної безпеки.

Об'єкт за цими показниками відноситься до класу наслідків (відповідальності) **СС1**.

Отже, відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.2-16:2013 «Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єктів будівництва» клас наслідків (відповідальності) об'єкту будівництва встановлюється за найвищою характеристикою можливих наслідків, отриманих за результатами розрахунків.

За показником «Можлива небезпека для життєдіяльності людей, які перебувають зовні об'єкта» ЦТП по вул. Мазепи, 3а у м. Житомирі відноситься до класу на- слідків (відповідальності) **СС2**.

					ТП 51 64 014 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

ВИСНОВКИ

У даній роботі було проведено реконструкцію центрального теплового пункту для теплопостачання трьох житлових будинків у місті Житомирі.

Були розраховані теплові навантаження:

-на опалення 1,981 МВт;

-на гаряче водопостачання 1,681 МВт.

Схема підключення системи опалення незалежна. Для гарячого водопостачання було вибрано схему з одноступінчастим змішаним приєднанням водонагрівачів.

У якості водонагрівачів систем опалення і гарячого водопостачання були розраховані і вибрані пластинчаті теплообмінники.

Теплообмінник системи опалення укомплектований з пластинами 0,5Pr на двох плитах має 127 пластин та 7 ходів. Площа нагріву теплообмінника 63,5 м².

В графічній частині проекту представлено загальна тепла схема центрального теплового пункту, схема розміщення тепломеханічного обладнання та трубопроводів.

В розділі «Охорона праці» розглянуті питання, пов'язані із правилами технічної експлуатації теплоенергетичного обладнання, розроблені відповідно до законів України, нормативно-правових актів Кабінету Міністрів України, міжгалузевих і галузевих нормативних документів з організаційних і технічних питань функціонування теплоенергетичного обладнання.

Наведені рекомендації щодо безпечної організації праці на підприємстві; технічні рішення та організаційні заходи з безпеки експлуатації теплотехнічного обладнання; технічні рішення та заходи з гігієни праці та виробничої санітарії; особливості протипожежної безпеки та ін.

					ТП 51 64 014 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Теплові навантаження. Теплові схеми котелень. Метод, вказівки до викон. розрахункової роботи з дисципліни «Джерела теплопостачання та споживачі теплоти» для студ. напрямку підготовки 6.05060101 «Теплоенергетика» освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» /Уклад.: М.Ф. Боженко, Ю.В. Шовкалюк.- Київ : НТУУ «КПІ», ТЕФ, 2013.-52 с.
2. Боженко М.Ф. Джерела теплопостачання та споживачі теплоти: Навч. посіб./ М.Ф. Боженко, В.П. Сало, – К.: ІВЦ „Видавництво «Політехніка»”, 2004. – 192 с.
3. Джерела теплопостачання та споживачі теплоти [Текст]: метод. вказівки до виконання курс. роботи і курс. проекту для слухачів спец. «Теплоенергетика» спецфакультету МПО /Уклад. М. Ф. Боженко. – К. : НТУУ «КПІ», ТЕФ. 2008. – 64с.
4. Краснощеков Е.А. Задачник по теплопередаче: Учебн. пособие для вузов./ Е.А. Краснощеков, А.С. Сукомел – 4-е изд., перераб. – М.: Энергия, 1980. - 288 с., ил.
5. Проектирование тепловых пунктов. СП41 – 101-95. – Москва: Госстрой России –1999. – 79с.
6. В.А. Загребин. Расчёт водоводяных пластинчатых теплообменников, водоснабжение и санитарная техника / В.А. Загребин.- 1985, №2. – 13-15.
7. СНиП 2.04.14-88 Теплова ізоляція обладнання и трубопроводів.- Чинні від 1997-12.31. – К.: Госстрой России – 1997. – 30 с.
8. ДСТУ-Н Б.А.1.1-81:2008 Основні вимоги до будівель і споруд. – Чинні від 2008-10.01. – К.: Тлумачні документи Директиви Ради, 2008. – 29 с.
9. НПАОП 40.1-1.32-01 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. – Чинні від 2002-01.01. – К.: Мінпраці та соц.політики України, 2002. – 78 с.
10. ДСТУ-Н Б В.1.2-16:2013 Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єктів будівництва. – Чинні від 2013-09.01. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 32 с.

					ТП 51 64 014 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

					ТП 51 64 014 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ Руденко Сергій Валерійович
прізвище, ім'я, по-батькові

№ п/п	Найменування праць	Рукописні або друківні	Назва видавництва,журкала (номер,рік) або номер авторського свідоцтва,номер дипломного на винахід	Кількість друкованих аркушів або сторінок разом	Прізвище співавтора праці
1	2	3	4	5	6
1	Про особливості конструкцій кожухопластинчастих теплообмінників і перспективи їх застосування	Друк	X міжнародна науково-технічна конференція «Енергетика. Екологія. Людина»	7 стор.	Гавриш А. С Олійник Б В.
2	Особливості конструкції і галузей застосування кожухопластинчастих теплообмінних апаратів	На правах рукопису	XVII всеукраїнський конкурс «Молодь - енергетиці України - 2018: відкритий конкурс молодих енергетиків та вчених»	30 стор.	Гавриш А. С Олійник Б В
3	Кожухо пластинчасті теплообмінні апарати. Частина 2. Галузі застосування	Друк	XVI й- міжнародній науково-практичній конференції аспірантів, магістрів, студентів «Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики» (24-27 квітня 2018 р)	1 стор.	Гавриш А. С Олійник Б В

Список наукових праць студента Руденка С. В.: усього 3 найменування. Список наведений на 1 сторінці.

Отримав диплом III-ступеня на всеукраїнському конкурсі «Молодь - енергетиці України - 2018: відкритий конкурс молодих енергетиків та вчених»

Автор

Руденко С.В.

Інтернет + Бібліотека

93.88% Оригінальність

6.12% Схожість

115 Джерела

1. https://zakon.rada.gov.ua/go/221-2008-%D0%BF	5.97%
2. http://document.ua/pro-vnesennja-zmin-do-postanovi-kabinetu-ministriv-ukrayini--doc32108.html	5.36%
3. http://bigpo.ru/potr/%D0%97%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%B8+%D0%A3%D0%BA...	5.2%
4. https://pidruchniki.com/84788/pravo/poryadok_rozglyadu_shvalennya_realizatsiyi_proektiv_tsilovih...	4.16%
5. http://climategroup.org.ua/wp-content/uploads/2007/02/GIS_08-04-2011.pdf	2.51%
6. http://epl.org.ua/environment/analiz-ukrainskoho-zakonodavstva-u-sferi-zminy-klimatu	2.17%



Схожість



Схожість з обраним джерелом



Заміна літер абетки



Цитата



Посилання